М. Н. РАБИНОВИЧ



СИНХРОНИЗАЦИЯ КАДРОВОЙ РАЗВЕРТКИ



МАССОВАЯ
РАДИО-
БИБЛИОТЕКА

Выпуск 913

М. Н. РАБИНОВИЧ

СИНХРОНИЗАЦИЯ КАДРОВОЙ РАЗВЕРТКИ



«ЭНЕРГИЯ»
МОСКВА 1976

6Ф3
Р12
УДК 621.397.335.1

МИХАИЛ НАУМОВИЧ РАБИНОВИЧ

Синхронизация кадровой развертки

Редактор Ю. В. Костыков
Редактор издательства Г. Н. Астафуров
Обложка художника Н. А. Князькова
Технический редактор М. Г. Вишневская
Корректор И. А. Володяева

Сдано в набор 19/I 1976 г. Подписано к печати 3/V 1976 г. Т-06969. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага типографская № 2. Усл. печ. л. 2,52. Уч.-изд. л. 3,34. Тираж 30 000 экз. Зак. 456. Цена 14 коп.

Издательство «Энергия», Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Владимирская типография Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
600610, г. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.

Рабинович М. Н.

Р12 Синхронизация кадровой развертки. М., «Энергия», 1976.

48 с. с ил. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 913).

Рассмотрены основные виды нарушений синхронизации кадровой развертки телевизионных приемников и их наиболее вероятные причины. Приведены описания новейших схем синхронизации кадровой развертки. Даны рекомендации по ремонту и модернизации телевизионных приемников.

Книга рассчитана на подготовленных радиолюбителей.

Р $\frac{30403\text{-}384}{051(01)\text{-}76}$ 184-76 **6Ф3**

ПРЕДИСЛОВИЕ

Качество изображения на экранах телевизионных приемников во многом определяется правильностью работы системы кадровой синхронизации. Повышенные требования к обеспечению стабильности синхронизации и точности чересстрочной развертки современных телевизоров связаны с постоянно увеличивающимися размерами экранов кинескопов.

За последние годы появились новые технические решения, обеспечивающие более точную синхронизацию кадровой развертки и ее высокую помехоустойчивость. Однако в массовой технической литературе вопросу синхронизации кадровой развертки телевизионных приемников уделено недостаточно внимания.

В настоящей работе автор систематизировал материал о физике процессов выделения и формирования импульсов управления задающим генератором кадровой развертки. На основе анализа этих процессов изложены методика исследования причин нарушений кадровой синхронизации и даны рекомендации по их устранению.

Книга предназначена для подготовленных радиолюбителей и может быть полезна специалистам, занимающимся конструированием и ремонтом приёмной телевизионной аппаратуры.

Автор

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Высокое качество телевизионного изображения в значительной мере зависит от устойчивости чересстрочной развертки (интерлесинга), применяемой во всех основных современных телевизионных системах.

Советский телевизионный стандарт предусматривает передачу 25 кадров в секунду двумя полями — полукадрами. Поля сдвинуты относительно друг друга на длительность полустроки так, что при точном временном воспроизведении изображения на экране кинескопа телевизионного приемника строки полукадра размещаются строго посредине между строками второго полукадра. При нарушении постоянства временного сдвига между соседними полукадрами изображение по ходу развертки будет смещаться по вертикали и строки второго поля могут попасть на те же места, на которые уже легли строки первого поля. При таком полном «спаривании» строк теряется или искажается информация о мелких деталях и становится более заметной строчная структура растра. Таким образом, для получения высокого качества изображения в телевизионном приемнике должно быть обеспечено жесткое фазирование кадровой развертки при каждом полукадре. Такая точность фазирования возможна только при принудительной синхронизации генератора кадровой развертки телевизора под воздействием кадровых синхронизирующих импульсов, посылаемых передающей телевизионной станцией одновременно с сигналами.

Импульсы, управляющие фазой генератора кадровой развертки телевизионного приемника, передаются совместно с другими импульсами служебных сигналов и сигналов изображения в составе полного телевизионного сигнала, строго стандартизируемого во всех вещательных телевизионных системах. В Советском Союзе этот сигнал нормирован ГОСТ 7845-72 [Л. 1].

В разработке формы сигналов в советском телевизионном стандарте и в большинстве зарубежных телевизионных стандартов учитывались все факторы, которые даже в малой степени могут повлиять на точность синхронизации. При этом предполагалось, что для выделения импульсов кадровой синхронизации будут применены простейшие интегрирующие схемы.

На рис. 1, *а* приведена эпюра импульсов синхросмеси, входящих в состав полного телевизионного сигнала. Основные параметры этих импульсов, необходимые для обеспечения четкой синхронизации кадровой развертки, приведены в табл. 1.

На рис. 1, *б* показан сигнал на выходе простейшей интегрирующей цепи (рис. 1, *в*); на вход последней подаются импульсы синхронизации, выделенные из полного телевизионного сигнала. Если постоянная времени этой цепи значительно превышает длительность строчного синхронизирующего импульса, то напряжение, U_C, накап-

Наименование параметра	Условное обозначение	Значение параметра
Длительность строки (номинальная), мкс	H	64
Длительность строчного синхроимпульса, мкс	d	4,7+0,2
Длительность поля (номинальная), мс	v	20
Длительность уравнивающих импульсов, мкс	p	2,35+0,1
Длительность кадрового синхроимпульса (номинальная), мкс	q	27,3
Интервалы между соседними кадровыми синхроимпульсами (врезки), мкс	r	4,7+0,2
Длительность последовательности кадровых синхронизирующих импульсов, мкс	m	160

Примечание. Длительность импульсов указана на уровне 0,5 размаха.

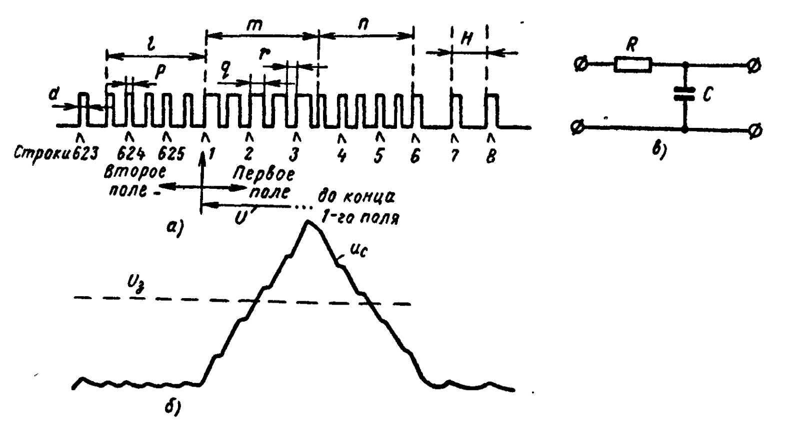


Рис. 1. Выделение импульсов синхронизации кадровой развертки.

а — эпюра импульсов синхросмеси полного телевизионного сигнала по ГОСТ 7845-72; *б* — сигнал на выходе интегрирующей цепи; *в* — простейшая интегрирующая цепь (d — последний строчный синхронизирующий импульс второго поля; l — первая последовательность уравнивающих импульсов; m — последовательность кадровых синхронизирующих импульсов; n — вторая последовательность уравнивающих импульсов).

ливающееся на конденсаторе C интегрирующей цепи за время воздействия последовательности кадровых синхронизирующих импульсов, может значительно превысить напряжение, возникающее под воздействием строчных синхронизирующих и уравнивающих импульсов. Наличие последовательности уравнивающих импульсов двойной строчной частоты обеспечивает идентичность возрастающих участков

проинтегрированных импульсов, нарушаемую присутствием строчных синхронизирующих импульсов в полном телевизионном сигнале.

На рис. 2 показан возможный случай нарушения идентичности возрастающих участков проинтегрированных импульсов при использовании синхросмеси без последовательности уравнивающих импульсов. На рис. 2, *а* кадровый импульс удален от последнего строчного синхроимпульса предыдущего поля на длительность строки *H*. В начале первого поля (рис. 2, *б*) кадровый синхроимпульс удален от последнего строчного синхроимпульса предыдущего поля всего на полстроки *H*/2. Вследствие возрастания остаточного напряжения на конденсаторе интегрирующей цепи сигналы четного и нечетного полей оказываются неидентичными (рис. 2, *в*). Очевидно, что при запуске генератора кадровой развертки на уровне $U_з$ моменты запуска четного и нечетного полей будут отличаться на величину Δ. Если кадровому синхроимпульсу будет предшествовать последовательность уравнивающих импульсов двойной строчной частоты, то такую погрешность можно будет практически свести к нулю, так как условия заряда емкости при воздействии на нее сигналов в четных и нечетных полях оказываются почти идентичными. Ввиду того что при наличии такой последовательности интервалы между импульсами уменьшаются в 2 раза, то длительности уравнивающих импульсов должны быть меньше длительности строчных синхроимпульсов, как это и предусмотрено ГОСТ 7845-72.

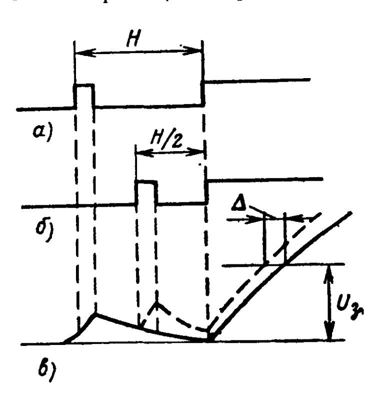


Рис. 2. Нарушение идентичности переднего фронта проинтегрированных импульсов синхросмеси при отсутствии уравнивающих импульсов.

а — эпюра кадрового синхронизирующего импульса в начале второго поля; *б* — эпюра кадрового синхронизирующего импульса в начале первого поля; *в* — кривые на выходе интегрирующей цепи.

При установленном соотношении длительности последовательности кадровых синхроимпульсов *m* и длительности строчного синхроимпульса *d* (около 35) простейшая интегрирующая цепочка обеспечивает достаточное подавление строчных синхроимпульсов в системе кадровой развертки.

Очевидно, что при увеличении длительности врезок *r* может уменьшиться амплитуда напряжения на конденсаторе *C* интегрирующей цепи и увеличатся ступеньки на переднем фронте выделяемого импульса кадровой синхронизации. Если длительность врезки соизмерима с постоянной времени разряда конденсатора интегрирующей цепи, то вместо одного синхроимпульса кадровой синхронизации могут образоваться два импульса и более почти равной амплитуды, что приводит к подергиванию изображения по вертикали.

Для правильного анализа причин нарушения кадровой синхронизации полезно уметь оценивать качество полного телевизионного сигнала, поступающего на вход устройства синхронизации телевизионного приемника. Качество импульсов кадровой синхронизации пол-

ного телевизионного сигнала можно оценить не только при помощи осциллограмм, но и растрового контроля, заключающегося в наблюдении на экране кинескопа телевизионного приемника изображения, образующегося между двумя полями.

Для этой цели необходимо нарушить кадровую синхронизацию, например, отключив задающий генератор кадровой развертки от селектора синхроимпульсов, и ручной регулировкой частоты кадров добиться медленного перемещения изображения или установить его, как показано на рис. 3. Между двумя полями можно отчетливо различить части кадрового гасящего и синхронизирующего импульсов, изображенных в увеличенном масштабе (рис. 4). Здесь приведено изображение кадровой группы синхроимпульсов на границе между вторым и первым полем (соответственно эпюре рис. 1, *а*). Для наглядности изображение приведено со сдвигом растра вправо так, чтобы было видно полное изображение каждой строки, нумерация которых приведена слева.

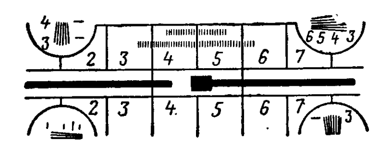


Рис. 3. Изображение части таблицы 0249 между двумя полями на экране кинескопа.

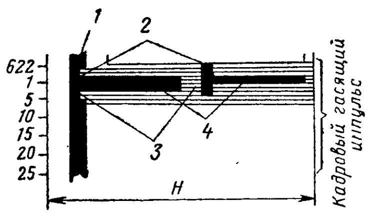


Рис. 4. Изображение импульсов синхронизации между двумя полями полного телевизионного сигнала на экране кинескопа при растровом контроле.

1 — строчные синхроимпульсы; *2* — первая последовательность уравнивающих импульсов; *3* — вторая последовательность уравнивающих импульсов; *4* — последовательность кадровых синхроимпульсов.

Обычно при наличии правильной фазировки развертки левый край изображения скрыт от телезрителя за пределами видимой части растра. Кадровый гасящий импульс, занимающий примерно 25 строк между 623-й и 24-й строками, при некотором увеличении яркости изображения наблюдается на экране кинескопа в виде широкой горизонтальной серой полосы. Первая строка занята сигналами первого и второго кадровых синхроимпульсов. Разрыв посредине строки соответствует врезке между первым и вторым кадровыми синхроимпульсами.

Аналогично построение и второй строки. Третья строка примерно на половину занята пятым кадровым синхроимпульсом, а после промежутка, соответствующего врезке после последнего кадрового синхроимпульса, наблюдается первый уравнивающий импульс второй последовательности. На четвертой и пятой строке видны остальные импульсы этой последовательности; 623-я строка начинается более длинным (до 5 мкс) импульсом, соответствующим по длительности строчному синхроимпульсу. Посредине строки располагается первый импульс первой последовательности уравнивающих импульсов. Изображение остальных импульсов этой последовательности находится на 624-й и 625-й строках растра. Начиная с шестой строки видны уже только строчные синхроимпульсы.

В советском телевизионном стандарте, действовавшем до 1974 г., предусматривалась возможность передачи шести кадровых импульсов. В этом случае в правой половине растра изображение кадровых импульсов занимало не две, а три строки.

Действующим стандартом допускается использование для телевизионного вещания упрощенного сигнала синхронизации, отличающегося отсутствием последовательности уравнивающих импульсов. Только между началом первого поля и синхроимпульсом 625-й строки передается один уравнивающий импульс. При приеме таких сигналов в изображении кадровой группы на экране кинескопа посредине 625-й строки видна только одна короткая горизонтальная черная полоска.

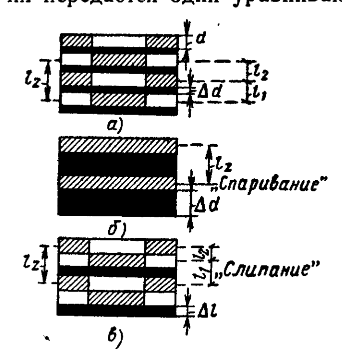


Рис. 5. Пример изменения характера изображения при нарушениях чересстрочного разложения.

а — при симметричном разложении; *б* — при «спаривании» строк; *в* — при «слипании» строк.

Для решения вопроса о необходимой точности синхронизации кадровой развертки рассмотрим подробнее, как сказывается потеря чересстрочного разложения на качестве изображения. На рис. 5, *а* изображено симметричное положение четырех строк на видимой части экрана кинескопа. Можно считать, что развертывающий элемент (апертура) кинескопа имеет форму круглого пятна с диаметром d; тогда толщину одной строки также можно считать равной d. Ширину темного пространства между строками обозначим Δd. Расстояние l_z между двумя строками одного поля постоянно и соответствует временному интервалу $H = 64$ мкс между смежными строками одного поля. Расстояние между смежными строками двух полей обозначим l_1 и l_2.

Два смежных интервала при полной симметрии расположения строк равны между собой и составляют половину расстояния между строками одного поля:

$$l_1 = l_2 = l_z/2.$$

При нарушении симметрии интервалы l_1 и l_2 не равны между собой (рис. 5, *в*), но их сумма всегда остается равной l_z. Таким образом, при нарушении симметрии несколько увеличивается расстояние между парами строк двух полей одного кадра и настолько же уменьшается расстояние между одной из строк этой пары и другой смежной ей строкой.

Симметрию расположения строк обычно характеризуют отношением M наименьшего расстояния между двумя смежными строками разных полей к расстоянию между двумя последовательными строками одного поля

$$M = \frac{l_{\text{мин}}}{l_z}. \qquad (1)$$

Нетрудно убедиться, что при симметричном чересстрочном разложении коэффициент симметрии $M=50\%$.

На рис. 5, *б* изображено полное спаривание строк: строки одного поля совпадают со строками второго. В этом случае коэффициент $M=0$. Количество видимых строк на растре уменьшилось вдвое, они стали более редкими, темное пространство между строками увеличилось.

При этом уменьшилась не только четкость по вертикали (исчезло передаваемое чередование темных и светлых участков по вертикали), но и горизонтальная четкость (исчезло передаваемое чередование темных и светлых участков вдоль строки). Нарушения горизонтальной четкости не произойдет, но снизится вертикальная четкость, произойдет «слипание» строк, если сдвиг между полями станет равным толщине строки (рис. 5, *в*).

Если этот сдвиг продолжать уменьшать, то начнется «спаривание» строк. Этот случай может иметь место при разных значениях коэффициента симметрии M в зависимости от вертикальных размеров экрана и величины апертуры луча кинескопа. Имея эти данные и используя формулу (1), можно подсчитать, что «слипание» строк у кинескопов с размером по диагонали 35 см происходит при $M=43\%$, а у кинескопов с размером по диагонали 67 см — при коэффициенте симметрии $M=37\%$. Таким образом, можно считать, что при коэффициенте симметрии 40% и более потерь в горизонтальной четкости не происходит. Вопросы о допустимости явления «слипания» строк с точки зрения потерь в вертикальной четкости и заметности строчной структуры растра тесно связаны между собой. В самом деле, нарушение вертикальной четкости (рис. 5, *в*) возникает вследствие расширения темного пространства между двумя парами строк. Очевидно, что расширение становится недопустимым, если оно заметно для наблюдателя. Разрешающая способность глаза при средней яркости и контрастности изображения примерно равна 1′.

Если иметь в виду, что большинство телезрителей смотрят телевизионные передачи на расстоянии не менее двух метров, то углу в 1′ будут соответствовать на экране кинескопа детали высотой 0,6 мм. Даже при полном спаривании строк расстояние между смежными строками в кинескопах с размером по диагонали 35 не превышает 0,4 мм, т. е. оказывается невидимым для телезрителя. В кинескопах с размером по диагонали 67 см темные промежутки между строками при спаривании равны 0,8 мм; следовательно, спаривание здесь недопустимо.

При «слипании» темное пространство между смежными парами строк в кинескопе с размером по диагонали 67 см увеличивается только до 0,34 мм, оставаясь незаметным для глаза наблюдателя. Таким образом, можно считать, что для качественного воспроизведения изображения должна быть обеспечена симметричность чересстрочного разложения не менее 40%. Так как это соответствует сдвигу между полями, равному апертуре луча, то нетрудно рассчитать, что ошибка кадровой синхронизации не должна превышать $0{,}13H$.

В практике проектирования допускается ошибка кадровой синхронизации $\Delta T_{\text{к.доп}} \leqslant 0{,}1H$, т. е. не более 6,4 мкс.

СХЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ СИГНАЛОВ СИНХРОНИЗАЦИИ КАДРОВОЙ РАЗВЕРТКИ

Методы выделения кадрового синхроимпульса

В телевизионном приемнике при помощи амплитудного селектора из полного телевизионного сигнала выделяют синхросмесь, содержащую кроме импульсов синхронизации кадровой развертки уравнивающие и строчные синхронизирующие импульсы. Основным отличительным признаком кадрового синхроимпульса является его длительность q. Так как длительность врезок значительно меньше длительности кадрового синхронизирующего импульса $r \ll q$, то можно считать, что последовательность кадровых синхронизирующих импульсов составляет единый прямоугольный импульсный сигнал длительностью m. В этом случае соотношение между длительностями импульсов кадровой и строчной синхронизации составляет $m/d \approx \approx 35$.

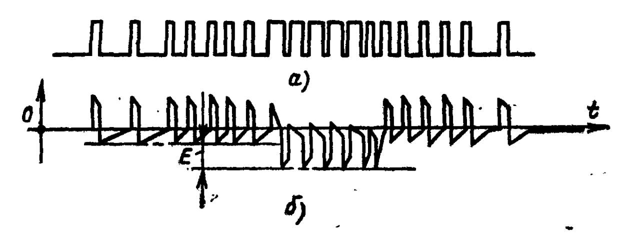


Рис. 6. Выделение импульсов синхронизации кадровой развертки методом слабого дифференцирования.

а — эпюра синхросмеси на входе дифференцирующей цепи; *б* — эпюра синхросмеси на выходе дифференцирующей цепи.

Используя эту особенность для отделения импульсов кадровой синхронизации от остальных сигналов синхросмеси, различие их по длительности превращают в различие по амплитуде при помощи простейшей интегрирующей цепочки. При соответствующем выборе постоянной времени $\tau = RC$ можно получить значительное подавление строчных и уравнивающих импульсов на выходе интегрирующей цепи.

Рассматривая сигнал на выходе цепочки (см. рис. 1, *б*), можно заметить, что выделенный проинтегрированный импульс отличается по форме от импульсов кадровой синхронизации. Фронт выделенного сигнала пологий, поэтому момент запуска генератора кадровой развертки зависит от уровня напряжения, который необходим для запуска генератора. Крутизна среза этого сигнала мало отличается от крутизны фронта импульса.

Выделение импульсов синхронизации кадровой развертки возможно и путем слабого дифференцирования (рис. 6). Если синхросмесь подать на вход дифференцирующей цепочки, постоянная времени которой примерно равна длительности кадрового синхронизирующего импульса $\tau \approx q$, то на выходе цепочки синхроимпульсы строк будут незначительно продифференцированы, так как их длительность намного меньше этой постоянной. При прохождении же

через такую цепочку кадровых синхронизирующих импульсов образуется значительный перекос их вершин, а отрицательный выброс от среза импульса станет практически равным амплитуде входного синхроимпульса. Разность уровней выброса кадрового и строчного синхронизирующих импульсов E достигает при таком дифференцировании почти 80% размаха входных импульсов синхросмеси. Отрицательный выброс от продифференцированного среза кадрового импульса синхросмеси используется для запуска генератора кадровой развертки телевизора. Очевидно, что крутизна такого импульса должна быть высокой.

Высокую крутизну выделяемого из синхросмеси кадрового импульса можно обеспечить с помощью устройства временной селек-

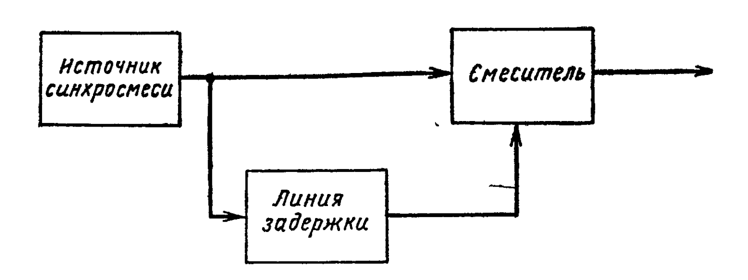


Рис. 7. Структурная схема устройства временной селекции кадровых синхроимпульсов.

ции (рис. 7). Сигналы синхросмеси от источника проходят к смесителю непосредственно и через линию, создающую задержку импульсов, несколько большую длительности строчных синхронизирующих импульсов. Задержанные импульсы складываются в смесителе с незадержанными импульсами, образуя на выходе сигнал, в котором кадровые импульсы имеют почти удвоенную амплитуду по сравнению со строчными и уравнивающими импульсами и могут быть легко выделены при последующем ограничении. Крутизна фронта выделяемого импульса при этом зависит только от полосы пропускания линии задержки. Для получения качественного сигнала кадровой синхронизации здесь должны использоваться широкополосные линии задержек, высокая стоимость которых сдерживала до сих пор применение описываемого метода в широковещательной телевизионной аппаратуре.

Автором был предложен другой метод, принцип которого изображен на рис. 8. В отличие от описанного ранее метода здесь между источником синхросмеси и устройством задержки включен контур ударного возбуждения, в котором под воздействием импульсов синхросмеси (кривая *1*) возбуждаются затухающие колебания (кривая *2*), частота которых определяется только параметрами элементов этого контура. Частоту свободных колебаний контура выбирают такой, чтобы длительность четверти периода этих колебаний не превышала желаемой длительности фронта выделяемых импульсов кадровой синхронизации. Контур ударного возбуждения шунтируют так, чтобы колебания затухали в нем за время, значительно меньшее половины длительности строки.

Проходя через устройство задержки, колебания задерживаются на время, несколько большее длительности строчных синхронизирующих импульсов. Задержанные колебания (кривая 3) складываются в смесителе с незадержанными импульсами синхросмеси (кривая 1), образуя на выходе смесителя сигнал (кривая 4), в котором кадровые импульсы имеют почти удвоенную амплитуду по сравнению со строч-

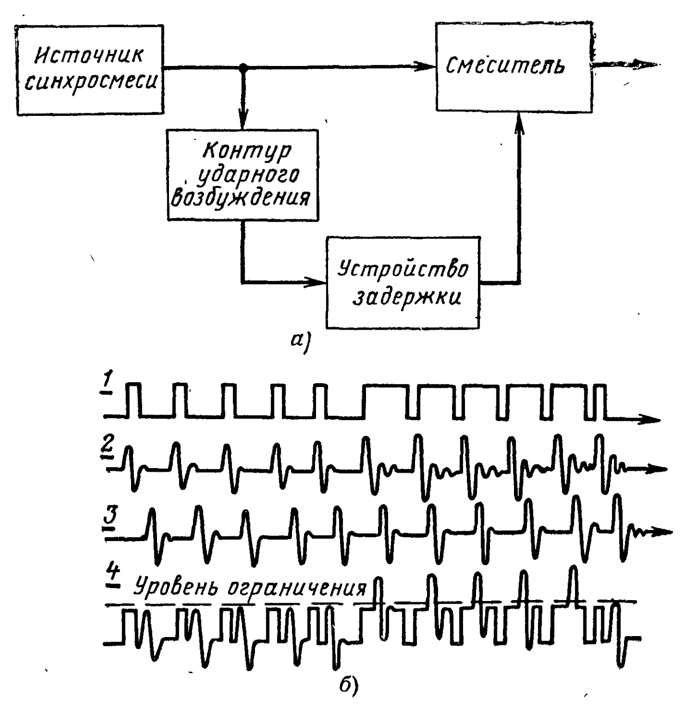


Рис. 8. Временная селекция импульсов синхронизации кадровой развертки с использованием контура ударного возбуждения.

а — блок-схема устройства; *б* — эпюры напряжений (*1* — на выходе источника синхросмеси; *2* — на контуре ударного возбуждения; *3* — на выходе устройства задержки; *4* — на выходе смесителя).

ными и уравнивающими импульсами и могут быть легко выделены при последующем ограничении. Принципиальное отличие нового метода заключается в том, что задержке в устройстве подлежат не импульсы синхросмеси с относительной широкой полосой спектра, а пакеты колебаний постоянной частоты, определяемой только параметрами контура ударного возбуждения; это позволяет сузить ширину полосы пропускания устройства задержки, используя для этих целей даже простейшую однозвенную ячейку *LC*-фильтра нижних частот. Крутизна фронта выделяемых этим методом импульсов кадровой синхронизации не зависит от фронта поступающих кадровых импульсов синхросмеси и может быть очень высокой.

Кроме описанных способов выделения и формирования импульсов кадровой синхронизации известно еще несколько комбинированных способов, основанных на том или ином виде сочетаний интегрирования и дифференцирования импульсов синхросмеси.

Выделение кадрового синхроимпульса путем интегрирования обеспечивает хорошую защиту кадровой синхронизации от коротких импульсных помех и от проникновения строчных синхроимпульсов на задающий генератор кадровой развертки. Вместе с тем очень малая крутизна фронта проинтегрированной последовательности кадровых синхроимпульсов не может обеспечить устойчивой чересстрочной развертки. Иногда с целью повышения крутизны фронта выделяемого сигнала проинтегрированную последовательность кадровых синхроимпульсов подают на задающий генератор кадровой развертки через дополнительную дифференцирующую цепочку. Получить при этом значительное повышение крутизны фронта проинтегрированного сигнала практически нельзя.

Известен и другой способ, сочетающий интегрирование и дифференцирование. Например, блокинг-генератор кадров связывают с интегрирующей цепью через конденсатор небольшой емкости, который вместе с сопротивлением сеточной обмотки трансформатора образует дифференцирующую цепь. Проинтегрированная синхросмесь отрицательной полярности после дифференцирования приобретает соответствующий срезу, выделенного интегрированием кадрового синхросигнала положительный выброс, служащий для запуска блокинг-генератора кадровой развертки. Этот принцип реализован в телевизоре «Рекорд-64» и обеспечивает удовлетворительную чересстрочную развертку. Однако значительное улучшение чересстрочной развертки получить не удалось, так как крутизна фронта и среза сигнала, образованного путем обычного интегрирования, практически равнозначны.

Значительно большую эффективность имеет разработанный автором и ныне используемый в телевизорах первого класса метод сочетания последовательности интегрирования, дифференцирования и повторного интегрирования сигналов синхросмеси. Синхросмесь *1* (рис. 9, *б*) подают на вход интегрирующей цепочки (рис. 9, *а*). На выходе этой цепочки образуется сигнал (кривая *2* на рис. 9, *б*), имеющий крутой срез. Получение большой крутизны среза при интегрировании достигается включением параллельно резистору R диода D. При подаче синхросмеси положительной полярности постоянные времени заряда и разряда конденсатора C у этой цепочки различны. Если постоянную времени разряда, определяемую произведением емкости конденсатора C на суммарное сопротивление диода в прямом направлении и внутреннее сопротивление источника синхросмеси (R_i), сделать несколько большей длительности врезок, но меньше длительности интервала между уравнивающими импульсами, то за время действия последовательности кадровых синхронизирующих импульсов диод будет закрыт и синхросмесь будет интегрироваться с постоянной времени заряда:

$$\tau_з = (R_i + R)\,C, \qquad (2)$$

так как сопротивление закрытого диода значительно больше сопротивления резистора R. За время прохождения врезок напряжение смещения, образуемое на резисторе R, не успевает сменить свою полярность и диод остается закрытым. После окончания передачи кад-

ровой группы импульсов за счет разрядного тока напряжение смещения меняет полярность, диод D открывается и дальнейший разряд конденсатора C происходит с постоянной времени

$$\tau_p = R_i C. \quad (3)$$

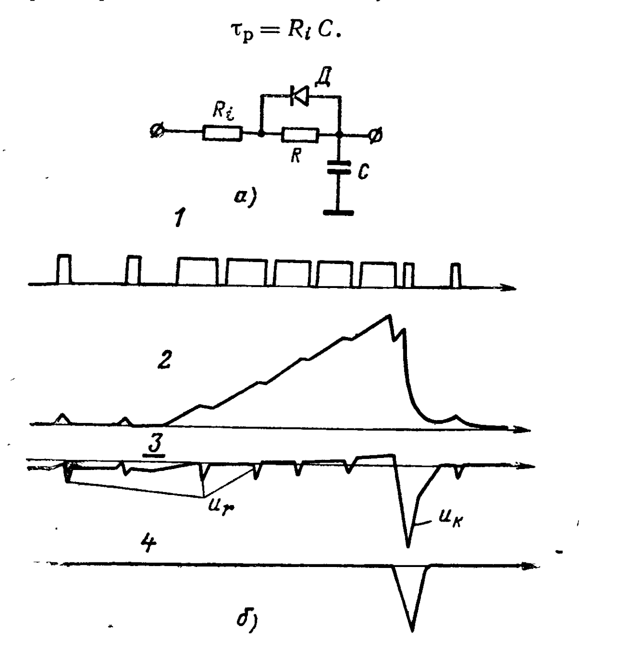


Рис. 9. Селекция кадрового синхроимпульса методом последовательного интегрирования, дифференцирования и повторного интегрирования сигналов синхросмеси.

а — схема интегрирующей цепи с различными постоянными времени заряда и разряда конденсатора; *б* — эпюры напряжений [*1* — на входе интегрирующей цепи; *2* — на выходе интегрирующей цепи с различными постоянными времени заряда и разряда; *3* — после дифференцирования сигнала (*2*); *4* — после повторного интегрирования сигнала (*3*)].

Таким образом, длительность среза импульса ограничена только постоянной времени разряда. Работа интегрирующей цепочки эффективна при соблюдении неравенства:

$$\frac{H}{2} > \tau_p > r. \quad (4)$$

Если постоянная разряда окажется меньше длительности врезки, то во время прохождения врезок диод может открыться и вместо сигнала (рис. 9, *б*) будут выделены отдельные импульсы кадро-

вой синхронизации синхросмеси, амплитуда которых значительно уменьшится.

Сигнал с крутым срезом (рис. 9, *б*) дифференцируют с расчетом получения максимально большего отрицательного выброса, образуемого за счет крутого среза. В результате дифференцирования образуется сигнал (кривая *3* на рис. 9, *б*), в котором кроме импульса $u_к$, соответствующего положению конца последовательности кадровых синхронизирующих импульсов, имеются небольшие короткие импульсы $u_т$ — следы врезок. Для устранения этих импульсов и других импульсных помех малой длительности сигнал вновь интегрирует, в результате чего формируется импульс кадровой синхронизации (кривая *4* на рис. 9, *б*) с длительностью фронта 10—20 мкс. При необходимости получения кадрового синхронизирующего импульса положительной полярности в качестве входного сигнала следует использовать синхросмесь отрицательной полярности. Постоянная времени заряда интегрирующей цепи может быть выбрана очень большой, так как для обеспечения высокой крутизны фронта выделяемого импульса кадровой синхронизации нет необходимости ограничивать эту постоянную, как это имеет место при обычном способе выделения кадровых синхроимпульсов методом интегрирования.

Выделение кадрового синхронизирующего импульса с помощью интегрирующих фильтров

Устройства выделения кадрового синхронизирующего импульса при помощи интегрирующих фильтров широко применяют почти во всех современных телевизионных приемниках. В настоящем параграфе мы остановимся несколько подробнее на особенностях этих устройств и на описании некоторых цепей выделения кадровых синхроимпульсов в отдельных моделях телевизионных приемников.

К интегрирующей цепочке схемы выделения кадровых синхроимпульсов предъявляются два основных требования: крутизна фронта выделяемого импульса должна быть достаточно большой для обеспечения удовлетворительной точности кадровой синхронизации и цепочка должна надежно подавлять импульсы синхросмеси, не несущие информации о кадровой синхронизации.

На рис. 10, *а* изображена диаграмма импульсного напряжения на управляющем электроде релаксационного задающего генератора кадровой развертки (на базе транзистора блокинг-генератора). Кривая на рис. 10, *б* изображает импульс кадровой синхронизации, поступающий на базу транзистора. Уровень $E_{б0}$ соответствует номинальному значению запирающего напряжения транзистора, при достижении которого возникает блокинг-процесс. При отсутствии импульсов синхронизации в генераторе происходят автоколебания с периодом $T_{к0}$.

При подаче на базу транзистора блокинг-генератора синхроимпульса запуск генератора начинается раньше, в момент t_1, и колебания синхронизируются с периодом $T_к$, соответствующим периоду развертки полей телевизионного изображения. Вследствие различных факторов, например под влиянием нестабильности напряжения питания, возможно изменение напряжения запирания транзистора на величину ΔU_0 до уровня $E'_{б0}$. При таком изменении запуск задающего генератора произойдет уже в момент t_2, т. е. произойдет фазовый сдвиг начала запуска генератора кадровой развертки на $\Delta T_к$. Не-

трудно убедиться, что величина этого сдвига зависит от крутизны фронта синхроимпульса: чем выше крутизна фронта выделенного синхроимпульса, тем меньше возможный сдвиг фазы.

Рассмотрим пересечение линии напряжения запирания участком фронта синхроимпульса (рис. 10, *в*). Для примера выбран участок

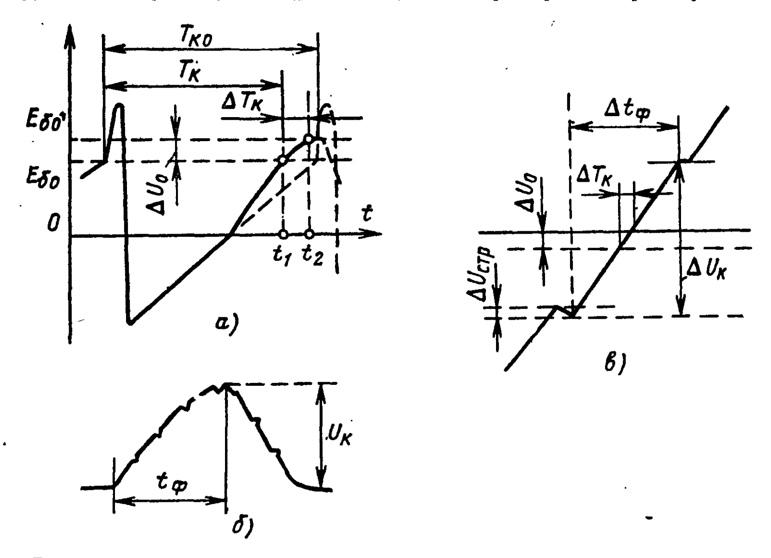


Рис. 10. Влияние крутизны фронта выделяемого импульса синхронизации кадровой развертки на ее точность.

а — эпюра напряжения на управляющем электроде релаксационного задающего генератора кадровой развертки; *б* — импульс кадровой синхронизации, поступающий на базу транзистора задающего генератора кадровой развертки; *в* — участок фронта импульса кадровой синхронизации.

проинтегрированной последовательности кадровых синхронизирующих импульсов, соответствующий времени воздействия одного кадрового импульса, т. е. $\Delta t_ф = q$. Если обозначить размах участка этого импульса $\Delta U_к$, то из элементарных геометрических преобразований получим с достаточной для практики точностью выражение крутизны фронта импульса:

$$S_к = \frac{\Delta U_к}{\Delta t_ф} = \frac{\Delta U_0}{\Delta T_к} . \qquad (5)$$

Нестабильность порога срабатывания импульсного генератора ΔU_0, зависящая от ряда причин, не превышает однако 10% номинального напряжения запирания. Для практических схем она не превышает 0,1 В. С учетом рассчитанной ранее допустимой ошибки кадровой синхронизации $\Delta T_{к.доп} \leqslant 6{,}4$ мкс минимально допустимая крутизна фронта кадрового синхроимпульса в силу (5) должна быть:

$$S_{к.доп} \geqslant 0{,}1/6{,}4 \cdot 10^{-6} = 1{,}56 \cdot 10^{+4} \text{ В/с}.$$

На рис. 10, *в* видно, что не весь участок синхроимпульсных $\Delta U_к$ может обеспечить устойчивую синхронизацию. Остатки врезок или уравнивающих и строчных синхронизирующих импульсов $\Delta U_{стр}$ уменьшают полезную часть переднего фронта выделенного интегрированием импульса. Для устойчивой синхронизации значение $\Delta U_к$ после интегрирования определяют из условия:

$$\Delta U_к - \Delta U_{стр} \gg \Delta U_0. \qquad (6)$$

Требования получения возможно большей крутизны выделяемого импульса кадровой синхронизации и максимального подавления строчных синхроимпульсов при выборе постоянных времени интегрирующих цепочек противоречивы. Чем больше постоянная времени, тем больше подавление, но меньше крутизна фронта, выделяемого при интегрировании кадрового синхроимпульса. Найти компромиссное решение в данном случае достаточно сложно. Известно, что для однозвенной интегрирующей RC-цепочки отношение между размахом выходного и входного сигналов при прохождении через эту цепь прямоугольного импульса можно определить из выражения:

$$\frac{U_{вых}}{U_{вх}} = 1 - e^{-t/\tau}, \qquad (7)$$

где $\tau = RC$ — постоянная времени интегрирующего звена.

Для двухзвенной интегрирующей цепи справедливо соотношение

$$\frac{U_{вых}}{U_{вх}} = 1 - 1,17e^{-0,38\frac{t}{\tau}} + 0,17e^{-2,62\frac{t}{\tau}}. \qquad (8)$$

В результате математического анализа этих выражений можно прийти к следующим важным для практики выводам. При использовании однозвенной интегрирующей цепочки наибольшая крутизна фронта достигается за время действия первого импульса последовательности кадровых синхроимпульсов. За время действия остальных импульсов последовательности крутизна фронта постепенно снижается. С начала действия третьего импульса фронт проинтегрированного импульса становится очень пологим. Поэтому при применении однозвенной интегрирующей цепи с точки зрения эффективности подавления строчных синхроимпульсов используется не более двух импульсов последовательности кадровых синхроимпульсов полного телевизионного сигнала, что фактически снижает помехоустойчивость кадровой синхронизации.

Значительно большее подавление строчных синхроимпульсов обеспечивает двухзвенная интегрирующая цепочка. При этом за время действия первого и второго кадровых синхроимпульсов достигается максимальная крутизна фронта проинтегрированной последовательности кадровых синхроимпульсов. Нарастание напряжения на выходе этой цепи после окончания третьего импульса последовательности практически прекращается. Отсюда следует, что при применении двухзвенной интегрирующей цепочки требуемая крутизна фронта выделяемого импульса достигается при более эффективном подавлении импульсов. синхронизации строчной развертки. Однако и при двухзвенной цепочке не полностью используются возможности увеличения помехоустойчивости, определяемые в советском телевизионном стандарте значительным превышением длительности последователь-

ности кадровых синхроимпульсов над длительностью строчного синхроимпульса.

Примером использования интегрирующих схем для выделения кадрового синхронизирующего импульса может служить схема кадровой синхронизации унифицированного телевизора второго класса «Электрон-205». В этом телевизоре двухзвенной интегрирующей цепочкой с постоянной времени звена 47 мкс достигается подавление строчных синхроимпульсов более чем на порядок и вполне удовлетворительная чересстрочная развертка.

Для получения стабильной чересстрочной развертки в телевизорах «Темп-6М» была применена схема кадровой синхронизации с большим усилием проинтегрированного сигнала синхросмеси. Постоянная интегрирующей цепи в этом устройстве равна 680 мкс, что обеспечивает подавление строчных синхронизирующих импульсов уже на входе усилителя кадровых синхроимпульсов в 30 раз. Благодаря большому усилению лампы 6Н2П, примененной в усилителе импульсов кадровой синхронизации, на выходе усилителя сигнал имеет настолько большую крутизну, что включение дополнительной интегрирующей цепи после усилителя обеспечивает получение достаточно крутого фронта импульса кадровой синхронизации.

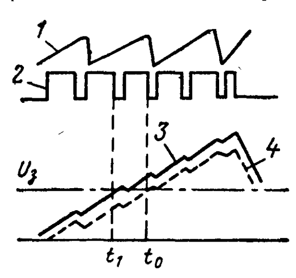


Рис. 11. Влияние пилообразных импульсов строчной развертки на амплитуду интегрированной синхросмеси.

1 — эпюра пилообразных импульсов строчной развертки; *2* — эпюра импульсов кадровой группы синхросмеси; *3* — эпюра кривой напряжения заряда емкости на выходе интегрирующей цепи при отсутствии пилообразного напряжения строчной развертки; *4* — эпюра кривой напряжения на выходе интегрирующей цепи при попадании на нее пилообразных импульсов обратного хода строчной развертки.

Нарушение чересстройной развертки при использовании интегрирующих цепочек для выделения кадровых синхронизирующих импульсов может происходить и в результате попадания в цепь интегрирующего фильтра пилообразного напряжения строчной развертки (рис 11). При прохождении через интегрирующую цепь синхросмеси *2* в нормальных условиях начало обратного хода кадровой развертки соответствует моменту t_0 — времени пересечения уровня напряжения, необходимого для запуска генератора кадровой развертки, кривой *4* заряда конденсатора интегрирующей цепочки. При попадании же на интегрирующий фильтр пилообразного напряжения строчной развертки (эпюра *1*) кривые *3* и *4* проинтегрированной синхросмеси в начале четного и нечетного полукадра будут неидентичны. Если при одном полукадре напряжение на выходе интегрирующей цепи будет иметь вид кривой *4*, то второму полукадру будет уже соответствовать кривая *3*, так как частота строчной развертки в 2 раза ниже частоты врезок и полукадры смещены на неполное число строк. В результате такой особенности кривая напряжения запуска генератора кадровой развертки пересекается с кривой *3* в момент t_1. Разность моментов t_0 и t_1 почти равна длительности полстроки, т. е. в таком случае может произойти полное спаривание строк.

Пути проникновения пилообразных импульсов строчной развертки в цепи формирования импульса кадровой синхронизации могут пролегать через различные связи. Возможны прямые наводки на элементы интегрирующей цепочки при недостаточной экранировке блока строчной развертки, при отсутствии или неисправности развязок и из-за дефектов монтажа. Влияние пилообразных импульсов строчной развертки не может быть компенсировано в селекторах кадровых синхроимпульсов с использованием обычных интегрирующих цепочек, что является одним из существенных недостатков этих устройств.

Селектор кадровых импульсов с использованием элементов задержки

На основе метода временной селекции с использованием контура ударного возбуждения и элементов задержки было разработано несколько вариантов селекторов кадровых импульсов. Работу этих устройств поясним на схеме (рис. 12), реализованной в телевизоре «Горизонт-106».

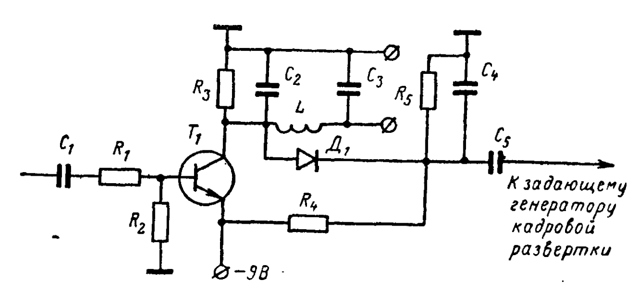


Рис. 12. Селектор кадровых импульсов телевизора «Горизонт-106».

Транзистор T_1 при отсутствии сигнала открыт и состояние его близко к насыщению. Если через конденсатор C_1 на вход устройства подать синхросмесь отрицательной полярности так, чтобы под воздействием импульсов транзистор закрылся, то элементы фильтра нижних частот C_2, L, C_3 выполнят одновременно две функции: элементов контура ударного возбуждения и элементов задержки. Контур ударного возбуждения образуется катушкой индуктивности L и емкостью двух последовательно соединенных конденсаторов C_2 и C_3. Известно [Л. 11], что для П-образного звена типа k резонансная частота

$$\omega_0 = 2/\sqrt{LC}, \tag{9}$$

где для схемы рис. 12 емкость конденсатора $C=2C_2=2C_3$; при этом обеспечивается задержка

$$t_з = 1{,}07\sqrt{LC}. \tag{10}$$

Период свободных колебаний T контура ударного возбуждения выбирают равным учетверенному значению желаемой длительности

фронта $t_ф$ выделяемого импульса кадровой синхронизации, отсюда

$$t_ф = \frac{T}{4} = \frac{2\pi}{4\omega_0} = \frac{\pi\sqrt{LC}}{4}$$

или

$$LC = 1{,}63 t_ф^2 . \quad (11)$$

Если выбрать сопротивление коллекторной нагрузки $R_з$ равной характеристическому сопротивлению фильтра нижних частот

$$R_з = \rho = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (12)$$

то возникшие в контуре колебания будут отражаться от его разомкнутого конца и возвращаться на вход фильтра с удвоенной задержкой по отношению к вычисленной по выражению (10). Таким образом, на коллекторной нагрузке транзистора вслед за импульсами, возникающими в контуре ударного возбуждения под воздействием запирающих транзистор импульсов синхросмеси, появляются импульсы, отраженные от разомкнутого конца фильтра нижних частот. Если выбрать время задержки отраженного сигнала несколько больше длительности синхронизирующего импульса d, но меньше длительности кадрового синхронизирующего импульса q, то на выходе селектора можно выделить импульсы кадровой синхронизации.

Выбрав время задержки в пределах 5—10 мкс, что соответствует требованию $q > 2t_з > d$, из (10) легко определить

$$LC = 5{,}44 \div 21{,}85 \text{ мкс}^2 . \quad (13)$$

Если задаться длительностью фронта выделяемого селектором импульса кадровой синхронизации $t_ф$ и индуктивностью L, то рассматривая (11) и (13) как систему уравнений, можно вычислить необходимые значения элементов фильтра. Из соображений унификации в телевизорах типа «Горизонт-106» использованы катушки от унифицированных стабилизирующих контуров, индуктивность которых с ферритовым сердечником равна 10 мГ.

Из (13) находим, что емкость конденсатора C необходимо выбирать в пределах 550—2200 пФ; при этом согласно (11) длительность фронта выделяемого импульса $t_ф$ находится в пределах 2—4 мкс. Если в фильтре использовать конденсаторы емкостью 360 пФ, т. е. $C = 720$ пФ, то согласно (10) и с учетом удвоения времени на прохождение сигнала в прямом и обратном направлении получим задержку отраженного сигнала на 5,7 мкс.

Для согласования фильтра с сопротивлением нагрузки согласно (12) выбираем сопротивление резистора $R_з = \rho = 3{,}9$ кОм. При анализе работы схемы селектора необходимо учитывать, что колебания в контуре начинаются с момента запирания транзистора и прерываются при его отпирании. Так как фронт синхронизирующих импульсов на входе селектора имеет конечную длительность и на рассасывание заряда базы требуется время, то транзистор некоторое время находится не в области отсечки, а в активной области и ударные колебания на контуре отсутствуют. Эти особенности работы схемы подробнее рассмотрим на эпюрах напряжений (рис. 13).

На базу транзистора (рис. 12) через конденсатор C_1 и делитель R_1, R_2 поступает синхросмесь $u_б$ отрицательной полярности. На рис. 13, *а* изображен участок упрощенного синхросигнала. На коллекторе возникает сигнал $u_к$ (рис. 13, *б*). До уровня, обозначенного пунктиром и соответствующего границе напряжения отсечки, тран-

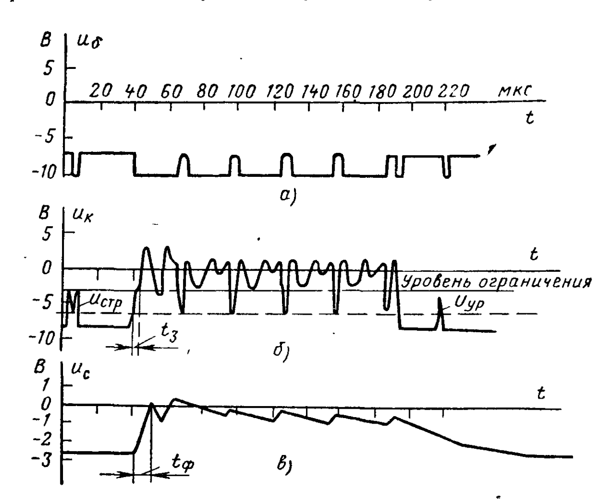


Рис. 13. Эпюры напряжений на элементах временного селектора кадровых импульсов телевизора «Горизонт-106».

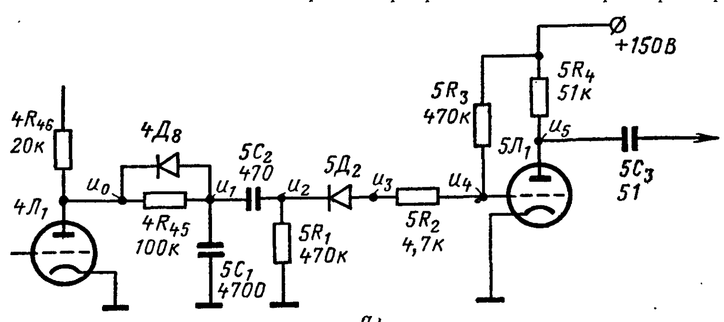
зистор работает в активном режиме и напряжение на коллекторе повторяет форму входного сигнала. При запирании транзистора возникают затухающие колебания, которые после отражения от разомкнутого конца фильтра нижних частот возвращаются с задержкой $t_з=6$ мкс. Амплитуда результирующего сигнала во время действия последовательности кадровых синхронизирующих импульсов почти в 2 раза превышает уровень строчных синхронизирующих $u_{стр}$ и уравнивающих $u_{ур}$ импульсов, выделяемых на резисторе R_3. Частота свободных колебаний контура ударного возбуждения равна 72 кГц. Соответствующим выбором делителя R_4, R_5, а также с помощью диода $Д_1$ обеспечивается ограничение сигнала по минимуму несколько выше уровня строчных синхронизирующих и уравнивающих импульсов.

Конденсатор C_4 несколько затягивает передний фронт выделяемого импульса и тем самым устраняет при интегрировании короткие импульсные помехи. Длительность фронта $t_ф$ выделяемого импульса кадровой синхронизации $u_с$ при этом не превышает 10 мкс.

Селектор с комбинированным выделением импульсов кадровой синхронизации

На рис. 14 приведена принципиальная схема селектора кадровых импульсов телевизора «Горизонт-104» и эпюры напряжений в различных точках схемы.

Синхросмесь u_0 с анода лампы $4Л_1$ усилителя-ограничителя синхроимпульсов положительной полярности амплитудой 180 В проходит через интегрирующую цепь $4R_{45}$, $5C_1$. Так как параллельно резистору $4R_{45}$ включен диод $4Д_8$, то постоянные времени заряда и разряда этой цепи различны. Постоянная времени заряда конденсатора практически определяется сопротивлением резистора $4R_{45}$ и равна 500 мкс. Постоянная времени разряда конденсатора через пря-



мое сопротивление диода $4Д_8$ и открытую лампу $4Л_1$ не превышает 20 мкс, вследствие чего на выходе интегрирующей цепочки образуется сигнал u_1 с крутым срезом длительностью $\tau_{ср}=20\div25$ мкс и амплитудой 50 В. Амплитуда проинтегрированных строчных и уравнивающих импульсов u_1' на выходе цепочки менее 2 В. Таким образом, первое интегрирующее звено селектора обеспечивает подавление строчных синхронизирующих импульсов почти в 30 раз. Сигнал u_1 дифференцируется цепочкой $5C_2$—$5R_1$, преобразуясь в двухполярный сигнал u_2. Отрицательный выброс, соответствующий окончанию последовательности кадровых синхронизирующих импульсов, имеет амплитуду 10 В и крутизну не менее $0{,}5\cdot10^{+6}$ В/с.

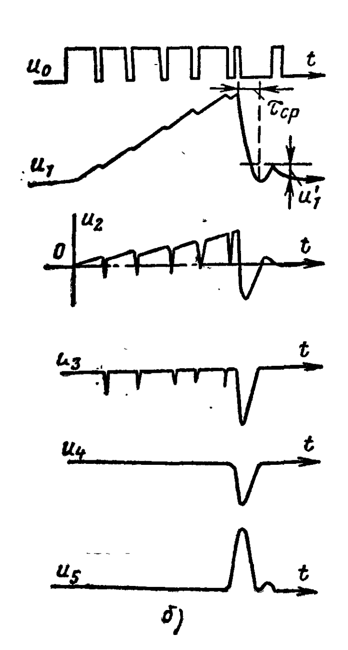


Рис. 14. Селектор кадровых импульсов телевизора «Горизонт-104» (*а*) и эпюры напряжения в основных точках схемы (*б*).

Диод $5Д_2$ отсекает положительную часть, образуя сигнал отрицательной полярности u_3. Последний кроме треугольного импульса длительностью 20—25 мкс содержит несколько очень коротких импульсов длительностью менее 1 мкс. Последовательной цепью, образуемой резистором $5R_2$ и входной емкостью лампы, эти короткие импульсы эффективно подавляются и на вход усилителя синхроимпульсов $5Л_1$ поступает

импульс u_4, фронт которого несет информацию о фазе кадрового синхронизирующего импульса. На выходе усилителя образуется кадровый синхросигнал u_5 амплитудой 90—100 В и крутизной фронта не менее $3\cdot10^{+6}$ В/с, обеспечивающей высокую точность кадровой синхронизации.

Описанная схема не подвержена влиянию пилообразного напряжения строчной развертки, которое может проникнуть на элементы выделения импульсов кадровой синхронизации. Разработан также аналогичный селектор на транзисторах, этот селектор обеспечивает подавление строчных синхроимпульсов более чем на два порядка и выделение импульсов кадровой синхронизации отрицательной полярности амплитудой 8 В и крутизной более $0{,}8\cdot10^{+6}$ В/с.

Схемы автоматической синхронизации генераторов кадровой развертки

Для воспроизведения изображения при чересстрочной развертке должно сохраняться весьма точное фазовое соответствие кадровых синхроимпульсов передаваемого сигнала началу обратного хода кадровой развертки телевизионного приемника. Такая точность может быть обеспечена только при непосредственной импульсной синхронизации.

Напряжение развертки получают обычно при помощи релаксационных генераторов пилообразного напряжения. Частота следования импульсов генераторов такого типа определяется постоянными времени RC-звеньев в цепи управления лампы или транзистора. Начало обратного хода вызывается в момент достижения напряжением разряда конденсатора этой цепи уровня, соответствующего запиранию лампы или транзистора генератора (см. рис. 10). Очевидно, что синхронизация возможна только в том случае, если период следования кадровых синхронизирующих импульсов $T_к$ будет меньше периода свободных колебаний генератора $T_{к0}$. Частота следования импульсов кадровой синхронизации $T_к$ нормирована стандартами систем телевизионного вещания. Для советского стандарта нестабильность частоты разложения по кадрам не должна превышать +0,001 Гц. При столь жестком нормировании можно считать, что период импульсов синхронизации постоянен и необходимое условие для синхронизации кадровой развертки $T_к<T_{к0}$ должно обеспечиваться только стабильностью частоты свободных колебаний генератора кадровой развертки телевизионного приемника.

Учитывая значительную нестабильность задающих генераторов кадровой развертки, для надежной синхронизации применяют ручную подстройку частоты кадров. В телевизионных приемниках первого класса и некоторых моделях телевизоров второго класса для обеспечения необходимого условия непосредственной синхронизации при заводской регулировке телевизора частоту свободных колебаний генератора кадровой развертки устанавливают с таким запасом, чтобы заведомо исключить возможность увеличения этой частоты выше номинальной частоты кадровой синхронизации. С учетом всех вероятных дестабилизирующих факторов этот запас обычно 5 Гц. Увеличение различия между периодом свободных колебаний генератора кадровой развертки приемника и периодом следования кадровых синхронизирующих импульсов приводит к увеличению времени восстановления синхронизации. Временная потеря синхросигналов

при различных переключениях на телецентре или при смене камер становится более заметной для телезрителей.

По этим причинам в некоторых зарубежных телевизорах [Л. 3] нашли применение схемы автоматической синхронизации, в которых компенсируются все отклонения частоты генератора кадровой развертки, вызываемые колебаниями напряжения сети, изменением температуры или вследствие старением элементов схемы. Путем подачи постоянного напряжения на сетки лампы задающего генератора кадровой развертки можно осуществлять развертку либо с опережением, либо с запаздыванием. Это регулирующее напряжение вырабатывается в специальном каскаде совпадения, где производится сравнение фаз импульсов обратного хода генератора кадровой развертки телевизионного приемника с кадровыми синхронизирующими импульсами.

В некоторых устройствах [Л. 3] путем изменения формы кадрового синхроимпульса создается возможность синхронизации кадровой развертки не только при отрицательном, но и при положительном отклонении частоты задающего генератора кадровой развертки. Устройства подобного типа практически не обеспечивают хорошей чересстрочной развертки, хотя и обладают достаточно высокой помехоустойчивостью и очень малым временем восстановления синхронизации.

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ КАДРОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ

Виды нарушений синхронизации кадровой развертки

Все нарушения синхронизации кадровой развертки можно разделить на четыре основных вида: полный срыв синхронизации, временная потеря кадровой синхронизации, дрожание по вертикали и нарушения чересстрочности кадровой развертки.

При полном срыве кадровой синхронизации изображение непрерывно перемещается по вертикали. Скорость и направление перемещение кадра зависят от величины и знака разности частот свободных колебаний задающего генератора кадровой развертки телевизионного приемника и частоты кадровых синхронизирующих импульсов принимаемого телевизионного сигнала. Если частота генератора кадровой развертки телевизора выше частоты полей телевизионного сигнала, то изображение будет перемещаться вниз. Если частота генератора кадровой развертки телевизора ниже частоты телевизионного сигнала, то изображение будет перемещатсья вверх. Чем меньше по абсолютному значению эта разность частот, тем медленнее будет перемещаться кадр.

При временной потере синхронизации изображение перемещается по вертикали и через некоторое время восстанавливает свое нормальное положение. Такие нарушения могут быть периодическими или иметь случайный характер.

Потеря чересстрочности проявляется в нарушении симметрии расположения четных и нечетных строк растра. Такие виды нарушений воспринимаются зрителем как нераздражающее ухудшение качества изображения.

В качестве критерия верности восстановления переданного изображения для оценки работы устройств кадровой синхронизации телевизора можно было бы принять величину вертикального смещения полукадра (поля), но при оценке качества изображения веща-

тельного телевизионного приемника необходимо учитывать различие в зрительном восприятии всех видов нарушений кадровой синхронизации. Научно обоснованных критериев верности для оценки кадровой синхронизации до сих пор не выработано, однако из анализа свойств зрения можно установить определенную шкалу предпочтительности для различных сравниваемых устройств. Можно, например, оценивать степень ухудшения качества изображения по предложенной в одной из рекомендаций МККР классификационной шкале: недопустимо, сильно раздражает, заметно раздражает, заметно, но не раздражает, незаметное ухудшение.

Так как нарушения кадровой синхронизации могут приводить к различного рода искажениям изображения, исключающим возможность выбора единого критерия верности, при оценке качества кадровой синхронизации в практике проектирования телевизионных приемников находит применение несколько отдельных показателей.

Уточним понятие помехоустойчивости как показателя качества кадровой синхронизации телевизионного приемника. Общепринято под помехоустойчивостью понимать способность системы передачи информации противостоять воздействию помех. В советском телевизионном стандарте для обеспечения высокой помехоустойчивости кадровой развертки выбрана оптимальная система импульсов кадровой синхронизации, о которой рассказывалось выше. Последовательность кадровых синхронизирующих импульсов резко отличается от остальных импульсов полного телевизионного сигнала. Однако сигналы передаются по линии, в которой могут действовать помехи. Помехи, как правило, представляют собой случайный процесс и могут различным образом взаимодействовать с полезным сигналом.

Кадровые синхронизирующие импульсы телевизионного сигнала несут информацию о фазе кадровой развертки. Задача состоит в том, чтобы на выходе блока синхронизации телевизионного приемника получить импульсы, фронт которых воздействовал бы на задающий генератор кадровой развертки через интервалы времени, точно соответствующие периоду повторения последовательности кадровых синхронизирующих импульсов передаваемого телевизионного сигнала.

В теории помехоустойчивости рассматриваются только непредсказываемые случайные помехи. Фон переменного тока, например, является в телевизионном приемнике регулярной и известной помехой и должен подавляться в источниках питания. Помеха такого рода в классической теории помехоустойчивости не подлежит рассмотрению. Ввиду того, что различные способы и устройства кадровой синхронизации телевизионного приемника имеют различную чувствительность к некоторым регулярным помехам, будем оценивать их помехоустойчивость и к такому роду помехам. Таким образом, нужно выбрать оптимальный способ приема сигналов кадровой синхронизации, заключающийся в обеспечении подавления помех, поступающих в приемник вместе с телевизионным сигналом, подавлении помех в самом телевизионном приемнике и использовании таких технических средств селекции синхроимпульсов, которые исключали бы заметные временные сдвиги сигналов синхронизации.

Сигналы импульсов кадровой синхронизации имеют ряд известных неизменных параметров, являющихся признаками этих сигналов. Информационным же параметром является только один — время появления последовательности кадровых синхронизирующих импульсов. Постоянные признаки кадрового синхросигнала не несут информации о кадровой синхронизации и необходимы только для того,

чтобы наилучшим образом использовать их для обнаружения и отделения полезного сигнала от помехи. Такими постоянными признаками кадрового синхросигнала являются: относительный размах импульсов синхронизации, частота повторения импульсов кадровой синхронизации, длительность кадрового синхроимпульса и длительность последовательности кадровых синхроимпульсов, длительность врезок.

При приеме кадровых синхронизирующих импульсов в телевизионном приемнике решаются три основные задачи: обнаружение сигнала, различие сигнала и восстановление информации о времени запуска кадровой развертки.

Помехи могут приводить к искажениям постоянных признаков, что затруднит обнаружение сигнала. Помеха может обладать одним или рядом постоянных признаков кадрового синхросигнала, и тогда усложняется задача различения сигнала. Помеха, наконец, может исказить основной параметр кадрового синхроимпульса, несущего информацию о кадровой синхронизации.

Исходя из многообразия возможностей вредного воздействия помех для характеристики помехоустойчивости кадровой синхронизации, по нашему мнению, целесообразно использовать несколько показателей. Так как частота повторения импульсов кадровой синхронизации не может изменяться более чем на 0,001 Гц, то принципиально возможно создание такой системы приема синхросигналов, при которой практически исключалась бы возможность проникновения на задающий генератор кадровой развертки любых помех, поступающих вместе с телевизионным сигналом ранее прихода кадрового синхронизирующего импульса. Для этой цели можно использовать в канале кадровой синхронизации ключевую схему, управляемую стробирующими импульсами обратного хода кадровой развертки, которая запирала бы задающий генератор в течение почти всего периода развертки (за исключением короткого промежутка времени Δt_0 перед ожидаемым приходом кадрового синхроимпульса).

Помеха может воздействовать на генератор кадровой развертки только в течение времени Δt_0, и если период следования кадровых синхроимпульсов $T_к$, то в течение всего остального времени $T_к - \Delta t_0$ система кадровой синхронизации защищена от воздействия любой импульсной помехи. В таком случае говорят о наличии у системы относительной помехоустойчивости, определяемой по формуле:

$$k_{о.п} = \frac{T_к - \Delta t_0}{T_к} . \qquad (14)$$

Для определенности под помехой здесь следует подразумевать импульс, по форме, длительности и размаху идентичный кадровому синхронизирующему импульсу телевизионного сигнала. Чем меньше промежуток Δt_0, тем выше помехоустойчивость системы. Минимально достижимое значение этого промежутка ограничено практически только нестабильностью периода свободных колебаний генератора кадровой развертки телевизора.

Если в телевизионном приемнике относительная помехоустойчивость очень высокая, то помехи, возникающие непосредственно перед приходом импульсов синхронизации кадровой развертки (в интервале времени от начала передачи кадрового гасящего импульса до первого импульса последовательности кадровых синхронизирующих импульсов), все же остаются очень опасными и могут нанести суще-

ственный ущерб качеству изображения, вызывая дрожание кадра и нарушение чересстрочности разложения. Помехи в этом случае могут приводить к искажениям уравнивающих импульсов, увеличению длительности врезок и даже к уменьшению длительности последовательности кадровых синхронизирующих импульсов. Помехи такого рода усложняют задачу различения сигнала кадровой синхронизации и восстановления информации о времени запуска генератора кадровой развертки.

На некоторых ретрансляционных станциях отмечались случаи уменьшения амплитуды кадровых синхроимпульсов увеличения длительности врезок до 15 мкс при соответствующем уменьшении кадрового синхроимпульса до 17 мкс. С возможностью появления таких нарушений ГОСТ в реальных условиях эксплуатации телевизионных приемников разработчику необходимо считаться. Для оценки устойчивости к такого рода помехам при разработке телевизоров первого класса проводились сравнительные исследования различных схем селекции кадровых синхроимпульсов при приеме телевизионного сигнала с искажениями кадровой группы синхроимпульсов. Вводились оценки минимально допустимой длительности последовательности кадровых синхронизирующих импульсов $m_{мин}$ и устойчивость кадровой синхронизации к уменьшению амплитуды синхроимпульсов.

Минимально допустимый уровень кадровых синхронизирующих импульсов полного телевизионного сигнала определялся из выражения, %:

$$\gamma_{к{\cdot}мин} = \frac{U_{к{\cdot}мин}}{U_{в}} 100, \qquad (15)$$

где $U_{в}$ — значение видеосигнала от уровня белого до вершины кадровых синхроимпульсов и $U_{к.мин}$ — минимальный размах кадровых синхроимпульсов, при котором еще сохраняется кадровая синхронизация. Аналогично оценивается минимально допустимый уровень синхросмеси $\gamma_{синх}$. При этом уровень кадровых и строчных синхроимпульсов изменяется одновременно. Необходимость оценки по двум параметрам $\gamma_{к.мин}$ и $\gamma_{синх}$ связана с тем, что в зависимости от способа выделения импульсов кадровой синхронизации селектор реагирует на различие амплитуд строчных и кадровых синхроимпульсов в составе полного телевизионного сигнала.

Синусоидальные помехи могут попадать на вход блока синхронизации в виде огибающей полного телевизионного сигнала. Устойчивость к такому виду помех оценивают [Л. 4] с помощью выражения, дБ,

$$\beta = 20 \lg \frac{U_{с}}{U_{п{\cdot}макс}}, \qquad (16)$$

где $U_{с}$ — значение видеосигнала между уровнями черного и белого; $U_{п.макс}$ — максимальный размах напряжения синусоидальной помехи, при котором еще сохраняется устойчивость кадровой синхронизации. При исследованиях удобно измерять устойчивость к несинхронным синусоидальным помехам с частотой 50 Гц.

Важным параметром, характеризующим качество синхронизации кадровой развертки, считают ширину полосы схватывания и полосы удержания задающего генератора кадровой развертки. Полоса схватывания $\Delta F_{сх}$ — диапазон частот, в котором сигналы синхронизации начинают управлять генератором развертки. Полоса удержания

$\Delta F_{уд}$ — диапазон частот, вне которого сигналы синхронизации перестают управлять частотой генератора развертки. В условиях импульсной, непосредственной синхронизации задающего генератора кадровой развертки эти два параметра практически идентичны и при оценке качества кадровой развертки ограничиваются измерением только полосы схватывания задающего генератора кадровой развертки, считая при этом, что полоса удержания равна измеренной полосе схватывания.

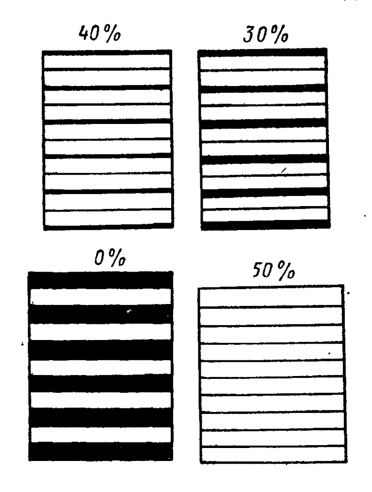


Рис. 15. Вид растра при различных коэффициентах симметрии.

Полосу схватывания измеряют следующим образом. Повернув регулятор «Частота кадров» телевизионного приемника в сторону уменьшения собственной частоты колебаний задающего генератора кадровой развертки и получив срыв синхронизации (изображение перемещается вверх), медленно поворачивают его в противоположном направлении до наступления синхронизации. Затем отключают от телевизора сигнал и при помощи частотометра измеряют частоту свободных колебаний задающего генератора. Аналогично определяют частоту другой точки схватывания, повернув регулятор в сторону увеличения частоты генератора. Диапазон частот свободных колебаний между этими двумя точками и определяет полосу схватывания.

Заметим, что частотомер следует подключать только к элементам выходного каскада кадровой развертки, например к экранной сетке лампы или вторичной обмотке выходного трансформатора. Подключение частотомера к задаю-

Таблица 2

Визуальная оценка времени восстановления синхронизации	Степень ухудшения качества изображения	Качественная оценка восстановления синхронизации (ρ — в баллах)
Мгновенное восстановление синхронизации	Незаметное ухудшение	Хорошее (4)
Очень быстрое восстановление; заметно перемещение нескольких кадров	Заметно, но не раздражает	Посредственное (3)
Длительное восстановление	Сильно раздражает	Плохое (2)
Непрерывное нарушение	Недопустимо	Очень плохое (1)

Таблица 3

Параметр	Значение параметров испытываемой модели			
	первого класса		второго класса	«Grundig Color»
	«Горизонт-104»	«Горизонт-106»	«Горизонт-204»	
Коэффициент относительной помехоустойчивости $k_{о.п}$	0,85	0,875	0,85	0,875
Минимально допустимая длительность последовательности кадровых синхронизирующих импульсов $m_{мин}$, мкс	15	10	20	25
Минимально допустимый уровень синхросмеси $\gamma_{синх}$, %	15	8	20	20
Минимально допустимый уровень кадровых синхронизирующих импульсов $\gamma_{к.мин}$, %	14	11	15	20
Помехоустойчивость β, дБ	9,84	2,7	9,98	8,54
Оценка восстановления синхронизации ρ, балл	3	4	3	2
Полоса схватывания $\Delta F_{сх}$, Гц	15	5	8	2
Коэффициент симметрии M, %	40—50	40—50	30—40	40—50
Интерлесинг $\Delta F_{м}$, Гц	10	5	2	2

щему генератору кадровой развертки нежелательно, так как может нарушить частоту его свободных колебаний.

Хорошие результаты измерения качества чересстрочной развертки можно получить при помощи специального прибора [Л. 5]. Вполне приемлемый метод визуальной оценки качества интерлесинга заключается в рассматривании на близком расстоянии строчной структуры растра серого поля изображения испытательной таблицы. При этом, сравнивая толщину светлых строчек и темных промежутков между ними (рис. 15), можно примерно оценить коэффициент симметрии M. Правильность чересстрочной развертки можно контролировать также [Л. 6] по универсальной электрической таблице (УЭИТ).

При оценке качества интерлесинга необходимо указывать пределы изменения частоты свободных колебаний генератора кадровой развертки телевизора, в которых сохраняется правильность черес-

строчной развертки. Идеальным является сохранение интерлесинга в пределах всей полосы удержания кадровой синхронизации. Пределы сохранения интерлесинга $\Delta F_{м}$ определяют, как и при измерении ширины полосы схватывания $\Delta F_{сх}$.

При временной потере кадровой синхронизации оценивают время ее восстановления. Точное измерение времени восстановления синхронизации в этих условиях затруднено, да в этом и нет практического смысла. Достаточной является качественная оценка времени восстановления синхронизации по табл. 2.

В табл. 3 приведены результаты исследования качества кадровой синхронизации нескольких типов телевизионных приемников отечественного производства и зарубежного цветного телевизионного приемника «Grundig Color».

Наиболее важным параметром, определяющим качество кадровой синхронизации, является коэффициент относительной помехоустойчивости. Например, при очень высокой относительной помехоустойчивости неудовлетворительная оценка времени восстановления синхронизации не дает права считать, что качество синхронизации в телевизионном приемнике «Grundig Color» более низкое, чем у телевизоров второго класса. Ширина полосы схватывания сама по себе не может рассматриваться в качестве показателя качества синхронизации. Этот параметр только дает возможность разработчику оценить возможные допуски на нестабильность частоты свободных колебаний задающего генератора кадровой развертки, что необходимо для выбора элементов схемы этого устройства.

Методы измерения помехоустойчивости кадровой синхронизации

В настоящее время отсутствует единая методика измерения помехоустойчивости кадровой синхронизации. Отсутствуют также общепринятые показатели и критерии помехоустойчивости синхронизации кадровой развертки.

В практике разработчиков телевизионной аппаратуры используется несколько различных методов, основанных на опыте эксплуатации телевизионных приемников с тяжелыми условиями приема или характерными искажениями телевизионного сигнала. С учетом этого опыта автором разработана методика измерения помехоустойчивости кадровой синхронизации. Для измерения используют комплексный генератор TR-0884 (Венгерская Народная Республика), состоящий из телевизионного синхрогенератора TR-0822, генератора испытательных таблиц TR-0862 и телевизионного блока TR-0872.

Для формирования различных помех применяют специально разработанное дополнительное устройство «Формирователь помех», структурная схема которого приведена на рис. 16. На *Вход 1* с выхода телевизионного синхрогенератора «2,5 Н» подают кадровые синхроимпульсы. Блок *1* вырабатывает управляющие импульсы с задержкой на регулируемое время от 0,6 до 20 мс, что позволяет плавно перемещать формируемую в блоке *2* прямоугольную помеху в пределах времени передачи одного поля.

В блоке *2* формируется прямоугольный импульс положительной полярности с регулируемой длительностью от 3 до 200 мкс. В блоке *3* этот импульс смешивается с отрицательным строчным гасящим сигналом, поступающим на *Вход 2* с синхрогенератора. В результате

на выходе смесителя образуется импульс, близкий по форме к кадровому синхронизирующему импульсу стандартного телевизионного сигнала.

Блок *4* — выходной каскад — при помощи переключателя B_2 может подключаться к блокам *3*, *2* или к *Входу 3*.

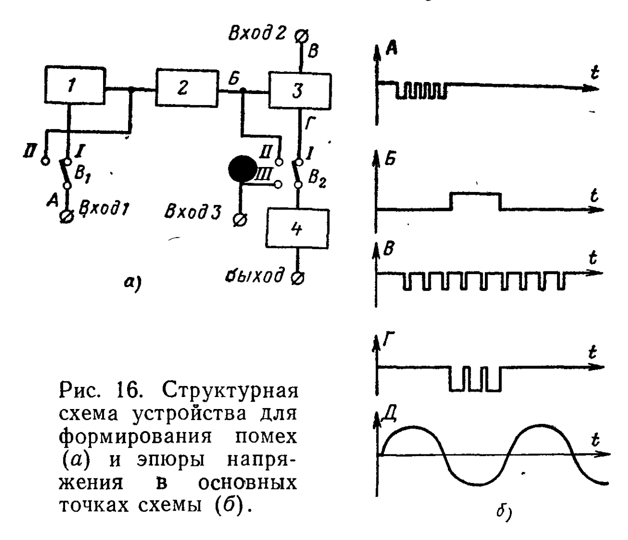


Рис. 16. Структурная схема устройства для формирования помех (*а*) и эпюры напряжения в основных точках схемы (*б*).

В выходном каскаде возможна плавная регулировка амплитуды выходных импульсов.

На *Вход 3* подают синусоидальное напряжение промышленной частоты амплитудой 6,3 В. Выход устройства подключают параллельно источнику низкочастотного телевизионного видеосигнала (генератору испытательных таблиц) к модулятору на входе телевизионного блока TR-0872. В положении *I* переключателей B_1 и B_2 на выходе устройства образуется импульс отрицательной полярности, идентичный по форме и синхронный с кадровым синхроимпульсом. В результате сложения на вход модулятора поступает полный телевизионный видеосигнал с дополнительным сигналом «помехи», уровень, положение и длительность которой может плавно регулироваться соответствующими регуляторами в блоках *1*, *2* и *4*.

В положении *II* указанных выше переключателей сформированный в блоке *2* сигнал совпадает по времени с кадровым синхроимпульсом полного телевизионного сигнала, но противоположен ему по фазе. Если установить длительность сформированного в блоке *2* импульса равной длительности последовательности кадровых синхронизирующих импульсов полного телевизионного сигнала, то регулировкой размаха этих импульсов в выходном каскаде можно в суммарном сигнале на входе модулятора добиться любой степени подавления импульсов кадровой синхронизации в сигналах, подаваемых на вход испытываемого телевизионного приемника.

В положении *III* переключателя B_2 на вход телевизионного приемника будут поступать сигналы, промодулированные фоном пе-

ременного тока, глубина модуляции которых может регулироваться в выходном каскаде блока *4*. Если на *Вход 3* с синхрогенератора подать синхросмесь положительной полярности, то возможна регулировка уровня синхроимпульсов в полном телевизионном сигнале на выходе телевизионного блока каналов. Полная принципиальная схема устройства формирования помех приведена на рис. 17.

Остановимся на некоторых деталях измерений помехоустойчивости с использованием описанной аппаратуры. Измерения целесообразно начинать с определения минимально допустимой длительности кадровых синхроимпульсов. Оба переключателя устанавливают в положение *II*. Контрольный осциллограф и выход устройства подключают ко входу модулятора телевизионного блока каналов. Для устойчивости изображения на экране осциллографа последний синхронизируют внешним сигналом гасящих кадровых импульсов с выхода синхрогенератора. При соответствующем выборе длительности развертки осциллографа возможно отчетливое наблюдение всей последовательности кадровых синхронизирующих импульсов. Регулятором выходного каскада *4* устанавливают необходимую степень подавления импульсов кадровой синхронизации, а вращением регулятора длительности импульсов в блоке *2* плавно изменяют длительность последовательности кадровых синхронизирующих импульсов полного телевизионного сигнала от стандартной до минимально допустимой, определяемой моментом срыва синхронизации изображения. Минимально допустимая длительность $m_{мин}$ измеряется при помощи осциллографа.

После окончания измерения длительность импульсов, формируемых блоком *2*, устанавливают равной длительности последовательности кадровых синхронизирующих импульсов телевизионного сигнала, наблюдая на экране осциллографа их полное подавление.

Изменяя регулятором выходного каскада степень подавления размаха кадровых синхронизирующих импульсов, отмечают момент потери синхронизации изображения на экране телевизора. Минимальный размах кадровых синхроимпульсов, при котором еще сохраняется устойчивость кадровой синхронизации, измеряют осциллографом для последующего расчета $\gamma_к$ по формуле (15). Затем переключатели B_1 и B_2 устанавливают в положение *I*. Генератор испытательных таблиц устанавливают на передачу изображения «чистого поля». Это необходимо для того, чтобы при перемещении сигнала помехи не изменять ее амплитуды в зависимости от содержания изображения.

При помощи регулятора задержки блока *1* устанавливают сигнал помехи за кадровым синхроимпульсом телевизионного сигнала. Размах сигнала помехи регулятором выхода устанавливают равной размаху телевизионного сигнала. Введение помехи в телевизионный сигнал контролируют при помощи осциллографа. Регулятором блока *2* плавно перемещают помеху до момента резкого смещения кадра или нарушения его устойчивости по вертикали на экране кинескопа исследуемого телевизора. На экране осциллографа измеряют временной интервал Δt между помехой и последовательностью кадровых синхронизирующих импульсов в момент срыва кадровой синхронизации, по которому и производится расчет коэффициента относительной помехоустойчивости $k_{о.п}$. При измерении длительность развертки осциллографа устанавливают удобной для просмотра телевизионного видеосигнала на протяжении двух полей.

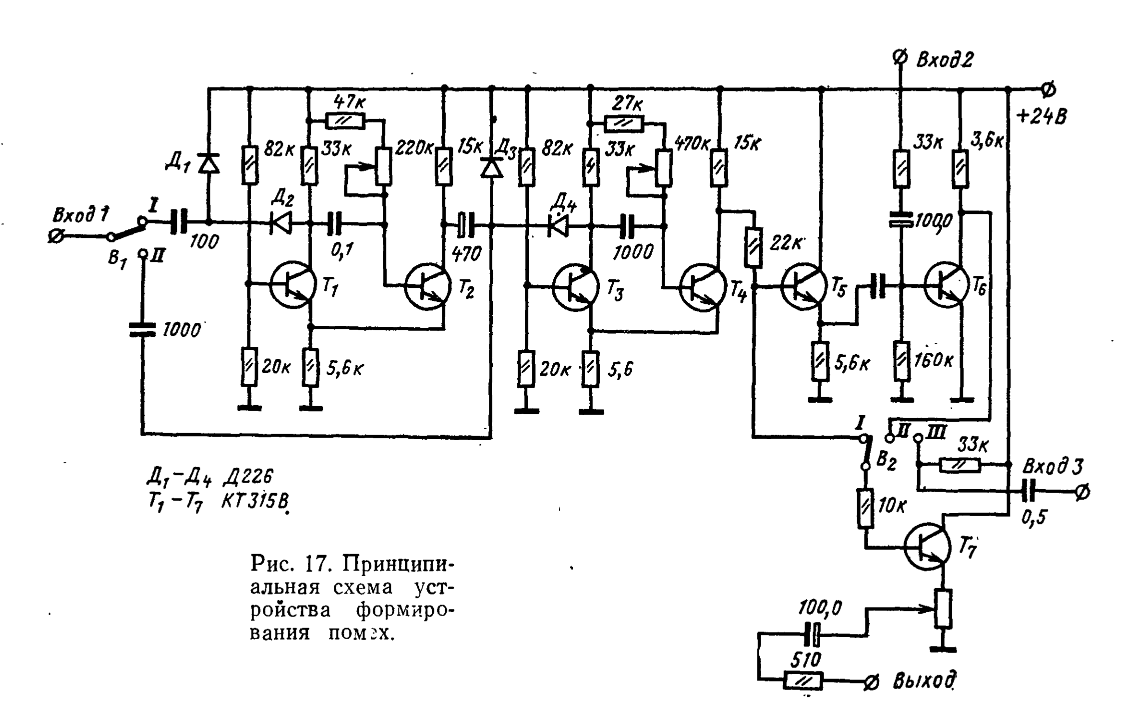


Рис. 17. Принципиальная схема устройства формирования помех.

Переключатель B_2 устанавливают в положение *III*, а на *Вход 3* подают синусоидальное напряжение. Синхрогенератор переводят в режим свободных колебаний, при котором перемещается по вертикали яркая полоса. Регулятором выхода меняют величину модуляции телевизионного сигнала фоном переменного тока и замечают при этом предельное значение, при котором еще нет срыва кадровой синхронизации. Соотношение размаха помехи и величины видеосигнала для расчета β определяют при помощи осциллографа, подключенного к выходу видеодетектора контрольного телевизора. К последнему подводят тот же телевизионный сигнал, который подавался на испытываемый телевизионный приемник. В дальнейшем увеличивают размах синусоидальной помехи до срыва кадровой синхронизации на испытываемом телевизоре и визуально оценивают время восстановления синхронизации.

Испытания на устойчивость к синусоидальным помехам проводят при подаче на телевизионный приемник сигналов изображения шахматного поля. При подаче на *Вход 3* синхросмеси положительной полярности определяют минимально допустимый уровень уменьшения импульсов синхронизации (одновременно строчных и кадровых) для расчета $\gamma_{синх}$.

Прохождение различного вида помех и подавление их в отдельных элементах блока синхронизации

Подавление помех является очень сложной проблемой, решению которой необходимо уделять большое внимание при разработке всех элементов блока синхронизации и частично даже элементов тракта изображения. Помехозащищенность задающего генератора кадровой развертки в значительной мере определяется особенностями механизма его синхронизации. Механизм импульсной синхронизации для любого вида релаксационных генераторов, наиболее часто используемых в качестве задающих в кадровой развертке телевизионного приемника, может быть рассмотрен на примере кривой напряжения на сетке лампы блокинг-генератора (рис. 18).

Ход кривой свободных колебаний генератора с периодом $T_{к0}$ обозначен на рисунке пунктиром. Такая кривая описывается выражениями:

$$u_с = u_с(0)\, e^{-t/\tau}; \tag{17}$$

$$T_{к0} = RC \ln \frac{u_с(0)}{u_0}, \tag{18}$$

где $\tau = RC$ — постоянная сеточной цепи лампы блокинг-генератора; u_0 — напряжение отсечки анодного тока лампы; $u_с(0)$ — напряжение, до которого заряжается конденсатор времязадающей цепи во время блокинг-процесса.

При наличии импульсов синхронизации $u_к$ (на рис. 18 импульс заштрихован) колебания синхронизируются с периодом кадровой синхронизации $T_к$. Ход кривой этих колебаний обозначен сплошной линией. Так как фазовую информацию содержит фронт синхронизирующего импульса, то фазовая ошибка $\Delta T_к$ в установившемся режиме увеличивается по мере роста ширины полосы удержания синхронизации, приближаясь к длительности фронта $t_ф$ импульса

кадровой синхронизации, поступающего в управляющую цепь задающего генератора кадровой развертки телевизионного приемника.

Увеличение фазовой ошибки в установившемся режиме само по себе не приводит к видимым дефектам изображения, но делает систему более восприимчивой к воздействию строчных синхронизирующих импульсов, которые могут проникнуть на вход задающего гене-

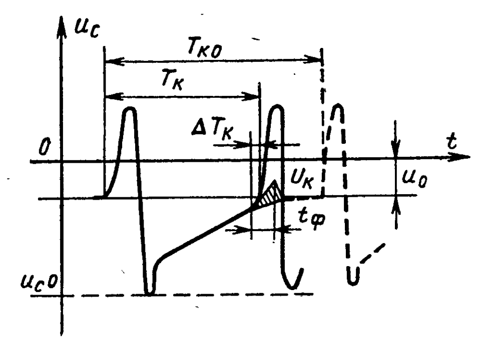


Рис. 18. Диаграмма напряжения на управляющей сетке лампы блокинг-генератора.

ратора кадровой развертки через общие цепи синхронизации, и к другим импульсным помехам. Импульс помехи может первым запустить генератор и изображение сместится вниз. Так как запуск произошел раньше, то последующий синхроимпульс может не достигнуть уровня u_0, необходимого для начала блокинг-процесса, и генератор перейдет к более низкой частоте собственных колебаний. Чем уже полоса удержания и меньше временной интервал $\Delta T = T_{к0} - T_к$, тем больше времени может потребоваться для восстановления синхронизации.

Полосу удержания можно расширить увеличением амплитуды импульсов синхронизации, но при увеличении временного интервала ΔT увеличится смещение кадра при временной потере синхронизации и уменьшится относительная помехоустойчивость. Разработчики обычно увеличивают временной интервал ΔT, опасаясь ухода частоты свободных колебаний задающего генератора кадровой развертки выше номинальной частоты развертки полей 50 Гц, при достижении которой становится невозможной импульсная синхронизация кадровой развертки телевизионного приемника. Если стабильность частоты свободных колебаний задающего генератора кадровой развертки телевизора высокая, то можно значительно уменьшить устанавливаемый при заводской регулировке временной интервал между периодом свободных колебаний генератора кадровой развертки и номинальным периодом повторения кадровых синхронизирующих импульсов телевизионного сигнала. В этих условиях повышается помехоустойчивость задающего генератора и временная потеря синхронизации становится менее заметной.

Импульсы шумового характера вызывают случайные фазовые флуктуации, проявляющиеся в виде дрожания кадра. Эти шумы могут не тол ко поражать поступающий в генератор импульс кадро-

вой синхронизации, но и накладываться непосредственно на кривую разряда, проникая в задающий генератор кадровой развертки через источники питания или по другим паразитным связям. Во всех этих случаях значительный выигрыш можно получить при увеличении крутизны кривой напряжения разряда конденсатора времязадающей цепи генератора. На рис. 18 видно, что при приближении к напряжению отсечки кривая имеет очень малую крутизну. Пологая кривая

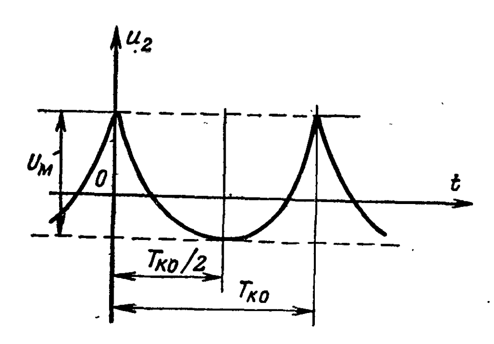


Рис. 19. Диаграмма колебаний параболической формы положительной кривизны.

и определяет недостаточную стабильность момента возникновения положительной обратной связи, необходимую для развития блокинг-процесса и как следствие низкую помехоустойчивость и недостаточную стабильность блокинг-генератора.

Увеличить крутизну кривой разряда конденсатора времязадающей цепи релаксатора можно введением в эту цепь синфазных колебаний параболической формы положительной кривизны. На рис. 19 приведена эпюра таких колебаний. Если за параметр параболы принять размах колебаний $U_м$, то можно получить аналитическое выражение этих колебаний в виде

$$u_2(t) = \frac{4U_м}{T_{к0}^2}\left(t - \frac{T_{к0}}{2}\right)^2 - \frac{U_м}{3} = 4U_м\left(\frac{t^2}{T_{к0}^2} - \frac{t}{T_{ко}} + \frac{1}{6}\right). \quad (19)$$

На рис. 20 приведен пример сложения колебаний *1* и *2*. В результате сложения образуется колебание (кривая *3*), аналитическое выражение которой имеет вид:

$$u_c = u_c(0)\, e^{-t/\tau} + 4U_м\left(\frac{t^2}{T_{ко}^2} - \frac{t}{T_{ко}} + \frac{1}{6}\right). \quad (20)$$

В телевизионных приемниках УНТ-47/59 увеличение крутизны разряда было достигнуто путем подсоединения конденсатора времязадающей цепи блокинг-генератора не к шасси, как это делается обычно, а к катоду выходной лампы кадровой развертки. При такой связи на сетку лампы блокинг-генератора вводится параболическая составляющая положительной кривизны, возникающая на катоде

этой лампы. Крутизна напряжения на сетке лампы блокинг-генератора в режиме свободных колебаний при приближении к моменту $t=T_{\text{к0}}$ равна соответственно для обычной схемы S_1 и для схемы с вводом параболической составляющей S_2 и определяется выражениями:

$$S_1 = -\frac{u_{\text{c}}(0)}{\tau_1} e^{-T_{\text{к0}}/\tau_1}; \quad (21)$$

$$S_2 = -\frac{u_{\text{c}}(0)}{\tau_2} e^{-T_{\text{к0}}/\tau_2} + \frac{4U_{\text{м}}}{T_{\text{к0}}}, \quad (22)$$

где τ_1 и τ_2 — постоянные времени времязадающей цепи блокинг-генератора.

Отношение крутизны S_2 к S_1 численно равно уменьшению изменений частоты свободных колебаний задающего генератора под воз-

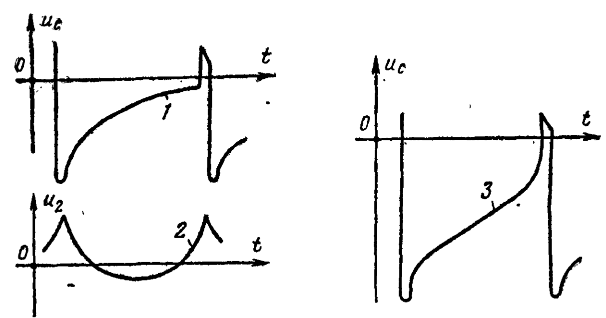


Рис. 20. Изменение формы напряжения на управляющей сетке лампы блокинг-генератора при введении синфазных колебаний параболической формы положительной кривизны.

1 — кривая разряда конденсатора времязадающей цепи блокинг-генератора; 2 — синфазные параболические колебания; 3 — суммарная кривая напряжения на управляющей сетке лампы блокинг-генератора.

действием флуктуаций напряжения отсечки лампы блокинг-генератора или какой-либо помехи. В телевизионных приемниках второго класса УНТ-47/59 это отношение равно 5,75. Это означает, что, если, например, вследствие колебаний напряжения отсечки лампы в обычной схеме частота свободных колебаний задающего генератора кадровой развертки увеличилась бы на 1,5 Гц, то при использовании модернизированной схемы с вводом параболической составляющей в тех же условиях частота свободных колебаний генератора увеличилась бы не более чем на 0,25 Гц. Повышение стабильности частоты свободных колебаний позволяет сузить временной интервал $\Delta T_{\text{к}}$, что обеспечивает в свою очередь повышение относительной помехоустойчивости кадровой синхронизации.

Увеличение крутизны кривой напряжения разряда времязадающего конденсатора релаксатора возможно и при помощи широко известного метода использования стабилизирующего LC-контура,

как это делают, например, в мультивибраторах задающего генератора строчной развертки. Однако для генератора с частотой колебаний 50 Гц, как это имеет место в кадровой развертке, такой контур оказался бы конструктивно невыполнимым.

Таким образом, от помех, следующих после кадрового синхронизирующего импульса, задающий генератор кадровой развертки может быть в значительной степени защищен большим отрицательным напряжением смещения на управляющем элементе, возникающем при релаксационном процессе обратного хода, и путем введения в эту цепь дополнительных колебаний параболической формы положительной кривизны с выходного каскада генератора кадровой развертки, что является своеобразным методом стробирования импульсов кадровой синхронизации на входе задающего генератора развертки.

Устройства выделения и схемы формирования импульсов кадровой синхронизации особенно чувствительны к помехам, возникающим непосредственно перед приходом последовательности кадровых синхронизирующих импульсов или во время их прохождения.

Очень сложной является проблема защиты от искажений помехами кадровой группы синхронизирующих импульсов полного телевизионного сигнала.

Искажения подобного рода могут происходить в телевизионном приемнике за счет внутренних паразитных связей.

Обычно входы каскада АРУ и амплитудного селектора телевизионного приемника подключены к общему источнику видеосигнала, например к видеоусилителю.

При отсутствии достаточной развязки импульсы обратного хода строчной развертки могут через цепи АРУ проникнуть на вход блока синхронизации и нарушить форму кадровой группы синхронизирующих сигналов.

Импульсы обратного хода строчной развертки следуют с интервалом в полную строку, а последовательность кадровых синхронизирующих импульсов следует за последним строчным синхроимпульсом в четном и нечетном поле через неравные промежутки времени с разностью в половину длительности строки. Вследствие этого образуемые на выходе селектора сигналы импульсов синхронизации полей имеют отличную от передаваемой телецентром форму. Искажения кадровой синхронизирующей группы могут при этом оказаться значительными и вызовут спаривание строк или подергивание изображения по вертикали. Подавление этого вида внутренних помех возможно методами компенсации в блоке АРУ.

На рис. 21 изображена упрощенная структурная схема АРУ телевизионного приемника первого класса. Импульсы положительной полярности с выходного трансформатора строчной развертки поступают на анод лампы АРУ через конденсатор C_1, а полный телевизионный сигнал на управляющую сетку той же лампы подают с видеоусилителя через делитель R_1, R_2. Через проходную емкость анод — сетка и паразитные монтажные емкости возможно проникновение на сетку лампы импульсов положительной полярности с анода лампы АРУ. Развязка, образуемая последовательно соединенными резисторами R_1 и R_2, может оказаться недостаточной и импульсы обратного хода строчной развертки попадут на вход амплитудного селектора.

При правильном выборе элементов может оказаться эффективным введение в цепь управляющей сетки лампы АРУ через конден-

сатор C_2 отрицательных импульсов обратного хода строчной развертки, которые компенсируют паразитные импульсы положительной полярности. Здесь очень важными оказываются правильные соотношения не только размаха суммируемых импульсов, но и их фазовые соотношения. Если проводник, соединяющий обмотку строчного трансформатора с конденсатором C_2, поместить в общем жгуте, то вследствие появления дополнительных паразитных связей и фазовых

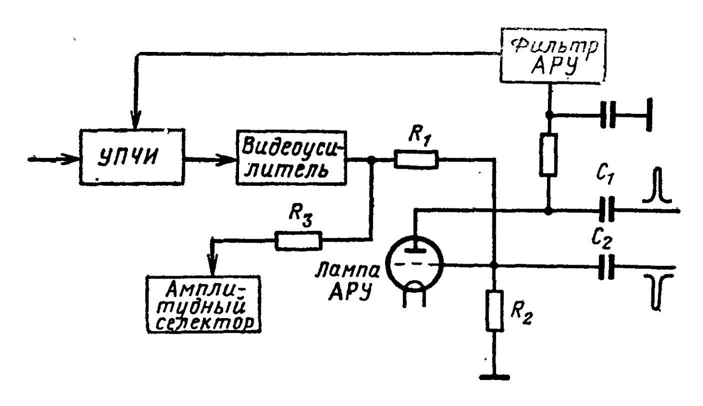


Рис. 21. Структурная схема АРУ телевизионного приемника первого класса.

сдвигов компенсация окажется неэффективной. Появление даже незначительного нескомпенсированного остатка импульсов обратного хода строчной развертки на входе селектора блока синхронизации может нарушить чересстрочную развертку.

Синусоидальные помехи могут попадать на вход блока синхронизации в виде огибающей полного телевизионного сигнала. При такой помехе возможна периодическая временная потеря кадровой синхронизации. Чувствительность приемника к этому виду помех определяется постоянной времени входной цепи амплитудного селектора. При выборе постоянной времени этой цепи разработчику приходится удовлетворить два противоречивых требования. Для устойчивой работы строчной развертки спад вершины последовательности синхронизирующих импульсов за время действия кадрового гасящего импульса должен быть минимальным, для чего разделяющий конденсатор на входе амплитудного селектора стремятся выбрать возможно большим, поскольку сопротивление утечки в цепи управляющего элемента лампы или транзистора ограничено. При очень большой входной емкости остаточный фон на частотах 50 или 100 Гц с выхода видеоусилителя может без ослабления попасть на управляющий электрод селектора и вызвать модуляцию синхроимпульсов. Это вынуждает разработчика ограничивать емкость конденсатора входной цепи амплитудного селектора. Некоторый выигрыш с точки зрения увеличения помехоустойчивости к этому виду помех может быть получен применением отдельных селекторов для выделения кадровых и строчных синхронизирующих импульсов. При этом выбор постоянных

времени входных цепей селекторов может быть дифференцирован. Заметим, что время восстановления синхронизации в основном зависит от постоянной времени входной цепи амплитудного селектора: чем меньше эта постоянная, тем меньше время восстановления.

РЕМОНТ УСТРОЙСТВ СИНХРОНИЗАЦИИ КАДРОВОЙ РАЗВЕРТКИ

Методы исследования причин нарушений синхронизации

При исследовании причин нарушений кадровой синхронизации удобно систему синхронизации телевизионного приемника представить в виде структурной схемы (рис. 22). В качестве источника видеосигнала в приемнике может использоваться один из каскадов видео-

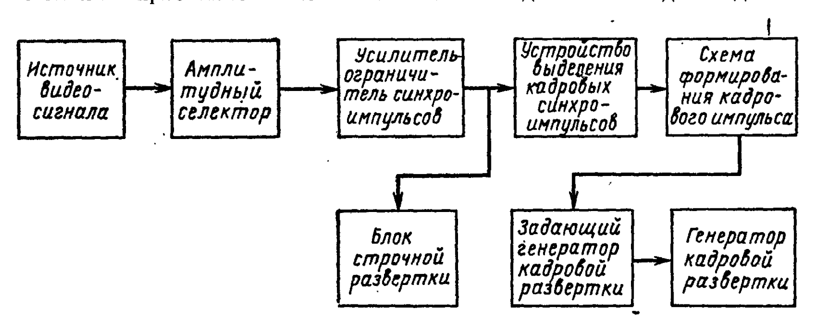


Рис. 22. Структурная схема системы синхронизации телевизионного приемника.

усилителя, видеодетектор или отдельный детектор для синхронизации. В отдельных типах телевизионных приемников усилитель-ограничитель синхроимпульсов может отсутствовать. Устройство выделения кадровых синхроимпульсов предназначено для отделения от полного синхросигнала последовательности кадровых синхронизирующих импульсов, точнее, для выделения информации о начале обратного хода кадровой развертки. Таким образом, при прохождении через это устройство не обязательно сохранение формы последовательности кадровых синхронизирующих импульсов. Эту задачу могут решить как интегрирующие, так и дифференцирующие цепи или устройства, состоящие из комбинации этих цепей и элементов задержки электрических сигналов.

Устройства формирования кадрового импульса образуют сигнал, амплитуда и форма которого обеспечивают синхронизацию задающего генератора кадровой развертки. Это могут быть преобразователи формы управляющего напряжения в системах автоматической синхронизации генераторов кадровой развертки. В некоторых телевизионных приемниках блок строчной развертки может управляться от отдельного амплитудного селектора.

Исследование причин нарушений кадровой синхронизации целесообразно начинать с проверки формы полного телевизионного сиг-

нала на входе амплитудного селектора. В дальнейшем проводят последовательный анализ работы управляющей цепи задающего генератора кадровой развертки, схемы формирования кадрового импульса, устройства выделения кадрового синхроимпульса, усилителя-ограничителя синхроимпульсов и, наконец, амплитудного селектора. К сожалению, это элементарное правило последовательности часто нарушается и ремонтники безуспешно затрачивают время на исследование работы совершенно исправных каскадов канала синхронизации при неисправности в источнике видеосигнала. В каждом из проверяемых каскадов следует первоначально измерить режим работы его элементов по постоянному току при помощи высокоомного вольтметра (например, прибором типа Ц-4325) и сличить данные измерений с типовыми, приводимыми на принципиальных схемах телевизионных приемников или в заводских руководствах по ремонту.

При обрывах или коротких замыканиях элементов схемы, резком изменении их параметров, отказах источников питания и других повреждениях монтажа проверка режима по постоянному току помогает легко найти причину нарушения кадровой синхронизации. После проверки режимов и устранения выявленных повреждений следует просмотреть осциллограммы импульсных напряжений в отдельных контрольных точках схемы или рассмотреть изображение этих импульсов на экране кинескопа исследуемого телевизора, используя растровый метод контроля. При осциллографическом или растровом контроле легко не только определить повреждение отдельных элементов устройства, но и выявить частичное нарушение нормальной работы вследствие изменения их параметров, что иногда не может быть обнаружено при измерении режимов работы элементов схемы по постоянному току. Осциллограммы напряжений при нормальной работе телевизионного приемника приводятся обычно на принципиальных схемах или в руководствах. Типовые изображения нормальных импульсов напряжений в различных точках можно рассматривать и на заведомо исправном телевизоре.

Метод растрового контроля импульсных напряжений

Метод растрового контроля импульсных напряжений рассмотрим на примере телевизионного приемника первого класса «Горизонт-104», схема исследования кадровой синхронизации которого приведена на рис. 23. В качестве индикатора импульсных напряжений можно использовать кинескоп ремонтируемого телевизионного приемника. Так как исследуемые кадровые синхросигналы приходят к приемнику во время обратного хода кадровой развертки, а в течение этого времени кинескоп обычно запирается специальной схемой гашения, то перед началом исследования эта схема гашения должна быть отключена от управляющего электрода кинескопа. В данном телевизоре отсоединяют от схемы гашения конденсатор *3С2*, а к освободившемуся концу припаивают контрольный щуп *1*, который будет подключаться в ходе исследования к различным точкам проверяемого телевизора.

Чтобы получить на экране изображение контролируемых сигналов, растр должен быть синхронизирован по строчной развертке, а видеосигнал отключен от катода кинескопа. Для этой цели катод кинескопа закорачивают на шасси по переменной составляющей через дополнительный конденсатор C_2 емкостью 150 мкФ. При этом на экране появляется только изображение от сигналов, поступающих че-

рез контрольный щуп *1* на управляющую сетку кинескопа. Чтобы изображение контролируемых импульсов было видно, необходимо сместить кадр. Для этой цели следует отключить от входа задающего генератора кадровой развертки элемент связи с источником кадровых синхроимпульсов, например конденсатор $5C_3$. Вращением регулятора частоты кадров (резистор $5R_{11}$) необходимо добиться остановки или медленного перемещения кадра так, чтобы видно было появляющееся при подключении контрольного щупа изображение импульсов. Иногда пределы регулировки частоты кадров оказываются недоста-

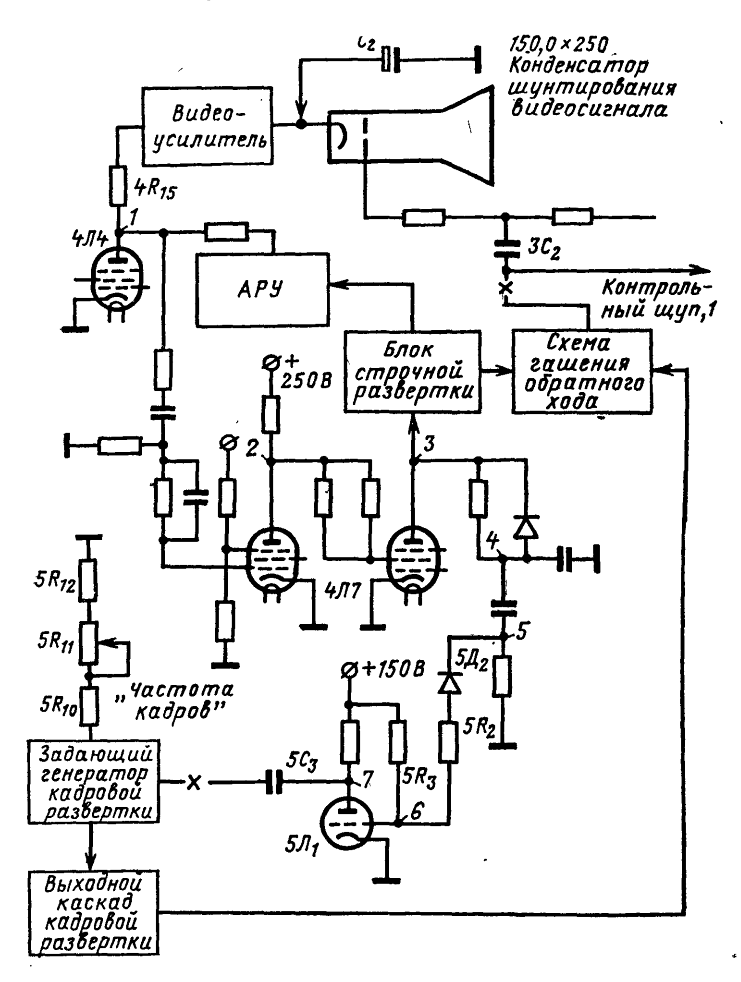


Рис. 23. Схема исследования кадровой синхронизации телевизора «Горизонт-104».

точными и перемещение кадров очень быстрое. В этих случаях изменением сопротивлений ограничительных резисторов в цепи регулировки частоты, например закорачиванием резистора $5R_{12}$ или шунтированием резистора $5R_{10}$, можно получить необходимое замедление перемещения изображения по вертикали.

Контролируемые импульсы на экране кинескопа изображаются в зависимости от полярности в виде светлых или темных горизонтальных полосок. Длина полоски зависит от соотношения длительностей контролируемого импульса и прямого хода строчной развертки. Если импульс продолжает действовать после окончания одного периода строчной развертки, то его изображение появится и на следующей строке. Таким образом, в зависимости от длительности контролируемого импульса его изображение на экране кинескопа может занимать несколько строк и полоска будет иметь различную ширину.

Рис. 24. Изображение импульсных напряжений на входе амплитудного селектора (точка *1* на рис. 23).

а — на экране кинескопа при растровом методе контроля; *б* — на экране контрольного осциллографа.

На рис. 24—30 приведены изображения импульсных напряжений в одних и тех же контрольных точках (рис. 23) телевизора «Горизонт-104» при растровом методе на экране кинескопа и при обычном методе исследования на экране осциллографа.

Значительные отклонения от формы изображенных на этих рисунках импульсов или наличие каких-либо дополнительных изображений на растре могут свидетельствовать о нарушениях нормальной работы устройств синхронизации. Например, если при контроле импульсного напряжения на аноде лампы амплитудного селектора кроме изображения черных горизонтальных полосок кадровой группы импульсов (рис. 25) будут в различных местах растра наблюдаться еще и дополнительные полоски, темные и яркие пятна различной формы, то это свидетельствует о проникновении на выход селектора сигналов изображения вследствие нарушения режимов его работы. Отсутствие, например, черных узких полосок ниже наиболее широкой светлой полосы на изображении (рис. 28) свидетельствует о неудовлетворительном дифференцировании при неправильном выборе или обрыве элементов этой цепи.

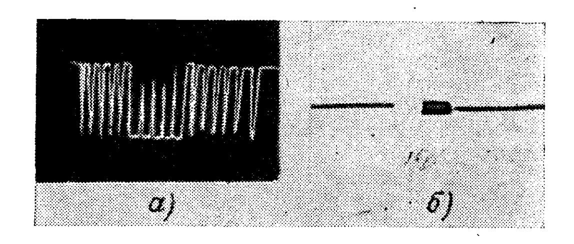


Рис. 25. Изображение импульсных напряжений на аноде лампы амплитудного селектора (точка *2* на рис. 23).

а — на экране контрольного осциллографа; *б* — на экране кинескопа при растровом методе контроля.

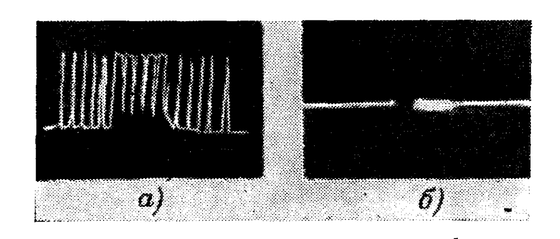


Рис. 26. Изображение импульсных напряжений на выходе ограничителя синхроимпульсов (точка *3* на рис. 23).

а — на экране контрольного осциллографа; *б* — на экране кинескопа при растровом методе контроля.

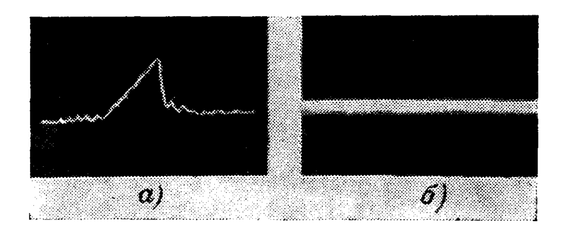


Рис. 27. Изображение импульсного напряжения на выходе интегрирующей цепи (точка *4* на рис. 23).

а — на экране контрольного осциллографа; *б* — на экране кинескопа при растровом методе контроля.

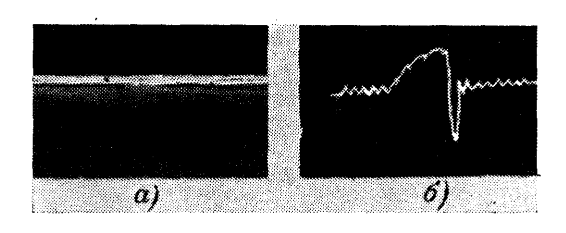


Рис. 28. Изображение импульсного напряжения после дифференцирования (точка *5* на рис. 23).

а — на экране кинескопа при растровом методе контроля; *б* — на экране контрольного осциллографа.

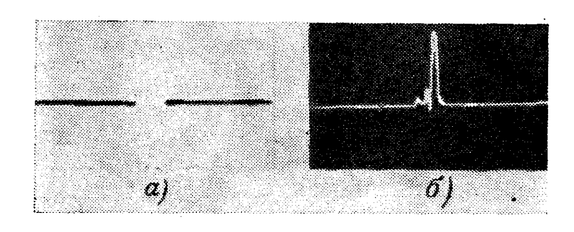


Рис. 29. Изображение импульсного напряжения на управляющей сетке лампы усилителя кадровых синхроимпульсов (точка *6* на рис. 23).

а — на экране кинескопа при растровом методе контроля; *б* — на экране контрольного осциллографа.

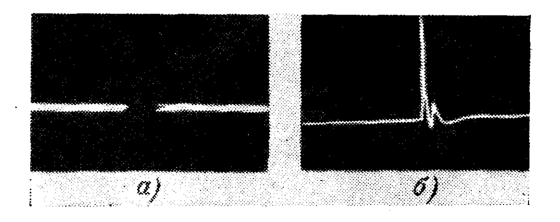


Рис. 30. Изображение импульсного напряжения на выходе усилителя кадровых синхроимпульсов (точка *7* на рис. 23).

а — на экране кинескопа при растровом методе контроля; *б* — на экране контрольного осциллографа.

Типовые неисправности блока кадровой синхронизации и рекомендации по их устранению

Полный срыв синхронизации или неустойчивость изображения по вертикали и горизонтали. Такие дефекты могут быть следствием неисправностей как в источнике видеосигнала, так и повреждений в амплитудном селекторе или в усилителе-ограничителе синхроимпульсов. Поэтому при нарушении общей синхронизации первоначально необходимо уточнить, в каком из блоков нарушены режимы работы. Следует просмотреть качество видеосигнала на выходе источника.

Ограничение синхроимпульсов, являющееся одной из причин срыва общей синхронизации, можно определить при помощи осциллографа. При растровом контроле на экране кинескопа изображение синхроимпульсов будет отсутствовать или очень мало отличаться от изображения гасящих импульсов. В этом случае подлежит ремонту источник видеосигнала: видеоусилитель, блоки усиления высокой или промежуточной частоты изображения телевизионного приемника. Часто причиной ограничения синхроимпульсов может явиться неправильная регулировка уровня АРУ. Если регулировкой АРУ не удается устранить срыва синхронизации и импульсы синхронизации не ограничены, следует более детально исследовать работу блоков селектора импульсов синхронизации по общей методике.

Изображение не синхронизируется по вертикали, по горизонтали синхронизация есть. При таких нарушениях следует исследовать работу в последовательности, изложенной в начале главы. Наиболее типичными в этих случаях являются повреждения элементов устройств выделения и формирования импульсов кадровой синхронизации, в частности дифференцирующих и интегрирующих цепей или усилителя кадровых синхроимпульсов. В телевизионных приемниках «Горизонт-104» причиной отказа могут быть, кроме того, обрыв диода $5Д_2$ или резистора $5R_2$ (см. рис. 23). Эти повреждения иногда не могут быть обнаружены измерением режимов по постоянному току, но легко обнаруживаются при помощи осциллографа или при растровом контроле. Повреждения резисторов $5R_3$ или лампы $5Л_1$ обычно обнаруживают при проверке режимов усилителя кадровых синхроимпульсов по постоянному току.

В телевизоре «Горизонт-106» применен временной селектор импульсов кадровой синхронизации (см. рис. 12), поэтому отказы транзисторов и обрывы цепей питания легко обнаруживаются при измерениях режимов каскада по постоянному току. Если режимы по постоянному току не отличаются от типовых, то причиной отказа могут быть повреждения конденсаторов C_1—C_5, обрыв, пробой или неправильное подключение диода $Д_1$.

Если при подстройке контура кадровые импульсы незначительно превышают по размаху импульсы строчной синхронизации, то это свидетельствует о том, что транзистор или чрезмерно заперт, или недостаточно отперт при отсутствии синхроимпульсов на входе усилителя-преобразователя селектора, что обычно обнаруживается при измерении режимов. Изменением сопротивления резистора R_2 в цепи базы транзистора можно устранить этот дефект.

Дрожание изображения по вертикали. В телевизионных приемниках, у которых в качестве задающего генератора кадровой развертки используется блокинг-генератор, причиной дрожания может

быть наличие паразитных колебаний по окончании блокинг-процесса. В этом случае на осциллограмме напряжения на управляющей сетке лампы (или транзистора) блокинг-генератора в начале прямого хода наблюдается несколько периодов затухающих колебаний. Правильный выбор резистора, шунтирующего сеточную обмотку блокинг-трансформатора, позволяет устранить этот дефект. Слишком малое его сопротивление, полностью подавляя паразитные колебания в начале прямого хода, может уменьшить необходимую величину обратной связи, вследствие чего будут наблюдаться срывы запуска генератора.

Дрожание изображения может явиться следствием недостаточной относительной помехоустойчивости при слишком большом размахе импульсов кадровой синхронизации, подаваемых с выхода селектора на задающий генератор кадровой развертки. При правильном выборе амплитуды кадровых синхроимпульсов запуск ими задающего генератора кадровой развертки должен происходить не ранее чем через 17—19 мс после окончания обратного хода. В течение всего этого времени генератор надежно заперт от проникновения в него помех значительным отрицательным напряжением на его управляющем элементе. Ограничить амплитуду импульса кадровой синхронизации на входе задающего генератора целесообразно уменьшением емкости конденсатора связи.

Дрожание изображения может появляться вследствие неудовлетворительной селекции импульсов синхронизации, при которой на выход амплитудного селектора проникают сигналы изображения. Этот дефект обнаруживается при проверке режимов работы селектора и при осмотре осциллограмм или при растровом контроле.

Причиной дрожания изображения могут явиться искажения кадровой группы импульсов синхронизации на входе амплитудного селектора. Обычно эту причину устанавливают следующим образом. Если при вращении регулятора частоты кадров задающего генератора кадровой развертки приемника удается устранить дрожание изображения, то наиболее вероятной причиной нарушения кадровой синхронизации является искажение сигналов кадровой синхронизации на входе амплитудного селектора.

Нарушение чересстрочной развертки. Неустойчивость чересстрочной развертки может явиться следствием искажений группы кадровых синхронизирующих импульсов либо на входе амплитудного селектора, либо в устройствах синхронизации.

Если чересстрочное разложение при регулировке частоты кадров может быть получено хотя бы в одной точке, но не сохраняется при перестройках этой частоты в полосе удержания, то это является следствием недостаточной крутизны фронта кадрового синхронизирующего импульса после его выделения из полного телевизионного сигнала.

Устранение этого дефекта требует применения специальных схем выделения и формирования импульсов кадровой синхронизации (временные селекторы, применение специальных усилителей кадровых импульсов).

При наблюдении полного спаривания строк следует тщательно исследовать форму кадровых синхроимпульсов на входе амплитудного селектора и устранить причину ее искажений.

Снижение размаха импульса синхронизации, подаваемого на задающий генератор кадровой развертки, путем уменьшения емкости конденсатора связи помогает иногда устранить этот дефект. Сле-

дует исключить возможность проникновения проинтегрированных импульсов обратного хода строчной развертки непосредственно на элементы интегрирующей цепочки селектора. Подача сигналов на эти элементы по отдельному проводнику вне общего жгута или размещение этой цепочки вне платы позволит убедиться в наличии именно этой причины спаривания строк.

Улучшая качество чересстрочной развертки, следует помнить, что причиной нарушения кадровой синхронизации может явиться неудовлетворительная работа амплитудного селектора. При отработке его режимов необходимо рассчитывать на работу в условиях возможного уменьшения размаха видеосигнала и снижения относительного уровня импульсов синхросмеси. В этих условиях недопустимо резкое изменение соотношений в амплитуде строчных и кадровых синхроимпульсов на выходе селектора.

В телевизионных приемниках «Горизонт» при приеме слабых телевизионных сигналов с уменьшением уровня синхроимпульсов ниже 20% наблюдалось сильное искажение кадровой группы импульсов синхронизации. При этом возникали нарушения, а иногда и полная потеря синхронизации кадровой развертки. Эффективным оказалось увеличение напряжения на экранной сетке лампы селектора несколько более 10%. Можно также уменьшить сопротивление верхнего по схеме резистора делителя питания экранной сетки лампы $4Л_7$ амплитудного селектора (см. рис. 23) до 18—20 кОм при сопротивлении резистора в нижнем плече делителя, равном 10 кОм.

При наладке синхронизации телевизионного приемника следует обратить особое внимание на правильность установки режимов работы АРУ. При неправильной установке АРУ возможны искажеиия кадровой группы импульсов синхросмеси, заметить которые на выходе видеоусилителя практически невозможно. Об отсутствии искажений синхросмеси при установке режимов АРУ судят по осциллограмме импульсов кадровой группы на выходе амплитудного селектора телевизионного приемника.

В блоках синхронизации целесообразно применение интегральных микросхем. При этом становится возможным использование информации о фазе передаваемых полукадров телевизионного изображения, заложенной во врезках и уравнивающих импульсах двойной строчной частоты, в постоянстве числа строчных синхроимпульсов в каждом из полукадров и в жесткой связи между фазами генераторов строчной и кадровой развертки на передающей телевизионной станции. В настоящее время известен метод формирования в телевизионном приемнике импульсов управления генератором кадровой развертки с использованием счетчиков импульсов. Сущность этого метода заключается в следующем. В телевизионном приемнике из импульсов обратного хода строчной развертки формируют импульсы двойной строчной частоты. Полученную последовательность импульсов делят при помощи счетчиков на 625 и получают новую последовательность импульсов кадровой частоты, которую и используют для управления генератором кадровой развертки телевизионного приемника.

Правильность начального фазирования кадровой развертки периодически контролируется схемой сравнения опорным сигналом, для которой служит проинтегрированная синхросмесь. Описанный метод обеспечит сохранение устойчивой синхронизации чересстрочной развертки даже при периодической полной потере кадровых синхронизирующих импульсов в передаваемом телевизионном сигнале.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Телевидение черно-белое. Основные параметры системы телевизионного вещания. ГОСТ 7845-72. Введ. 27/XI 1972. М., 1972.

2. **Варбанский А. М.** Телевизионная техника. М., «Энергия», 1964.

3. **Баскир И. Н., Кузьмина В. И.** Кадровые развертки телевизионных приемников, М., «Связь», 1971.

4. **Кривошеев М. И.** Телевизионные измерения. Справочник по телевизионной технике. Под общ. ред. С. И. Катаева. Т. 2. М., Госэнергоиздат, 1962.

5. **Баскир И. Н., Людмирский И. Л.** Синхронизация в телевизорах. М., «Связь», 1968.

6. **Минаев В., Фомин Б.** Контроль параметров телевизионного изображения. — «Радио», 1974, № 1.

7. **Харкевич А. А.** Борьба с помехами. М., Физматгиз, 1963.

8. **Ханукаев Д. М.** Определение области надежной помехоустойчивости системы телевизионной синхронизации. — «Вопросы радиоэлектроники», Сер. IX «Техника телевидения», 1963, вып. 2.

9. **Рабинович М. Н.** Селектор кадровых импульсов. А. С. № 344605 (СССР). Опубл. в бюлл. «Открытия. Изобретения. Пром. образцы. Товарные знаки», 1972, № 21.

10. **Рабинович М. Н.** Селектор импульсов кадровой синхронизации. А. С. № 422123 (СССР). Опубл. в бюлл. «Открытия. Изобретения. Пром. образцы. Товарные знаки», 1974, № 12.

11. **Гольденберг Л. М.** Теория и расчет импульсных устройств на полупроводниковых приборах. М., «Связь», 1969.

Оглавление